КОМПЬЮТЕРЫ И ПОЗНАНИЕ



АКАДЕМИЯ НАУК СССР

СЕРИЯ „КИБЕРНЕТИКА —
НЕОГРАНИЧЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ
И ВОЗМОЖНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ"
Основана в 1963 году

КОМПЬЮТЕРЫ И ПОЗНАНИЕ

Очерки по когитологии

Сборник научных трудов



МОСКВА "НАУКА"
1990

ББК 32.81
К 63
УДК (159.9 + 519.95):165

Редакционная коллегия:
академик И.М. МАКАРОВ (председатель),
академик С.В. ЕМЕЛЬЯНОВ (зам. председателя),
академик Н.Н. ШЕРЕМЕТЬЕВСКИЙ (зам. председателя),
кандидат философских наук С.Н. ГОНШОРЕК (ученый секретарь);
академик В.Г. АФАНАСЬЕВ,
академик О.М. БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ,
доктор философских наук Б.В. БИРЮКОВ,
академик Е.П.ВЕЛИХОВ,
академик А.А. ВОРОНОВ,
академик Ю.В. ГУЛЯЕВ,
академик Н.Н. ЕВТИХИЕВ,
член-корреспондент АН СССР С.П. КУРДЮМОВ,
член СП СССР В.Д. ПЕКЕЛИС,
доктор технических наук Д.А. ПОСПЕЛОВ,
академик А.А. САМАРСКИЙ,
доктор техических наук И.С. УКОЛОВ,
академик К.В. ФРОЛОВ,
доктор физико-математических иаук В.В. ЩЕННИКОВ

Редакторы - составители:
Б.М. ВЕЛИЧКОВСКИЙ, А.И. ЗЕЛИЧЕНКО

Автор предисловия
академик И.М. МАКАРОВ

Рецензеит
доктор философских наук В.А. ЛЕКТОРСКИЙ

К $\frac{1402000000-253}{054(02)-90}$ 47-90 НП

ISBN 5-02-006727-X

© Издательство "Наука", 1990

ПРЕДИСЛОВИЕ

Этот сборник содержит статьи, которые написаны математиками и психологами,изучающими проблемы познавательной активности человека в рамках кибернетического подхода. Сорокалетняя история исследований в этой области неоднократно демонстрировала плодотворность комплексного подхода к данному кругу вопросов. Компьютерная метафора, т.е. уподобление познавательной активности человека функционированию электронной машины, оказалась чрезвычайно плодотворной для современной психологии, приведя к созданию новой области психологических исследований — когнитивной психологии. В то же время метафора интеллекта, т.е. рассмотрение принципов функционирования технических систем с позиций данных психологии мышления, восприятия, памяти и т.п., дала возможность вскрыть некоторые принципиальные ограничения традиционных кибернетических подходов и наметить новые перспективы исследования.

При всем разнообразии направлений, представленных в настоящем сборнике, их объединяет наряду с известным математическим единством еще одна общая черта — неустоявшийся характер этих направлений, присущее им состояние перманентного "развития через кризис". Такое положение предопределило проблемный характер работ, представленных в данном сборнике. Количество открытых вопросов везде значительно превышает количество сформулированных ответов. Такой характер материала, естественно, требует от читателя большей активности и больших усилий, но вместе с тем делает чтение более увлекательным.

С другой стороны, непреходящая "кризисность" может объяснять и ощущаемую в большинстве статей потребность во взаимодействии со смежными дисциплинами. Причем стремление использовать идеологию "смежников" у абсолютного большинства авторов сборника преобладает над желанием навязать свою идеологию. Проблема междисциплинарного взаимодействия, поставленная не на поверхностном, а на "сущностном" уровне, проходит красной нитью практически через все работы, включенные в данный сборник.

Вывод, напрашивающийся из этого наблюдения, состоит в том, что,по-видимому, мы присутствуем при рождении новой науки — науки об интеллекте (авторы сборника назвали ее когитологией), которая будет представлять собой сплав соответствующих разделов психологии, киберне-

тики, физиологии, лингвистики, логики и ряда других отраслей знания.

Необходимость этой новой науки определяется в первую очередь потребностями общественной практики. Человечество вступает в XXI в. все более "информатизированным". Роль информатики во всех отраслях общественной жизни постоянно возрастает. При этом, естественно, изменяются и требования к характеристикам информационных систем. Интерес к искусственному интеллекту начинают проявлять не только фантасты и кабинетные ученые, но и люди сугубо практических профессий (врачи, инженеры и т.д.). Интеллектуальные компьютерные системы в своем развитии переходят от этапа разработки фундаментальных принципов к этапу создания опытных образцов.

Потребности общественной практики в интеллектуальных системах определяют в настоящий момент сердцевину предмета когитологии. Можно сказать и больше — основная социальная задача, стоящая перед когитологией сегодня, состоит в том, чтобы создать теоретический фундамент и методологию разработки интеллектуальных систем. В предлагаемом вниманию читателей сборнике этой центральной для когитологии проблематике посвящена статья В.С. Переверзева-Орлова.

Едва ли есть основания ожидать кардинального улучшения технических характеристик интеллектуальнных систем, если принципы, заложенные в их основу, не будут соответствовать в том или ином смысле принципам организации интеллектуальной деятельности человека. Это положение объясняет роль, которую играет в когитологии конкретно-психологическое знание о механизмах интеллекта человека. В сборник включены две статьи (Б.М.Величковского, а также М.Б. Беркинблита и А.В. Чернавского), посвященные анализу общих принципов организации интеллектуальной деятельности. Во второй из этих статей общие принципы иллюстрированы на конкретном модельном примере. Симптоматично, что в обеих статьях одно из центральных мест занимает обсуждение возможности распространить теорию построения движения, предложенную известным русским физиологом Н.А. Бернштейном, на организацию любых интеллектуальных действий. Статья Ч.А. Измайлова и Е.Н. Соколова содержит пример конкретно-психологического экспериментального исследования проблемы, имеющей несомненную актуальность для создания интеллектуальных систем, — проблемы моделирования невербального знания.

То, что интеллектуальные системы выходят за границы лабораторий и превращаются в инструмент, который используют в своей работе все более широкие круги специалистов, ставит перед их создателями ряд проблем разработки так называемого интерфейса с пользователем. Речь идет о том, что интеллектуальные системы должны быть оснащены средствами организации диалога, который удобен и естествен для пользователя. Другими словами, речь идет о том, чтобы "инвертировать" известный критерий Тьюринга: в идеале, общаясь с интеллектуальной системой, пользователь не должен ощущать ее "машинность". Решение этой задачи требует привлечения наряду с когнитивно-психологическими и других видов психологического знания, прежде всего социально-психологических, а также методов психодиагностики. Обсуждению этих аспектов работ по созданию интеллектуальных систем посвящены уже упоминавшаяся статья В.С. Переверзева-Орлова и работа А.Г. Шмелева.

Развитие интеллектуальных систем происходит так бурно, в частности, потому, что их идеология и практика оказывают сильное влияние на развитие ряда областей, в том числе и тех, которые призваны выполнять для исследований искусственного интеллекта функции теоретического базиса, как, например, психология. Эта сторона междисциплинарного взаимодействия нашла свое отражение в статьях А.И. Зеличенко и А.Г. Шмелева. Однако нам представляется, что применимость принципов когитологии значительно шире — фактически она охватывает все гуманитарные науки. Помещенная в сборнике статья В.М. Сергеева и В.Л. Цымбурского иллюстрирует это положение на примере политологии и истории, хотя, думается, что развиваемый автором подход может быть полезен в исследованиях и других процессов "социальной динамики".

Как мы видим, читатель получает возможность познакомиться с широким кругом подходов, существующих в "искусственно-интеллектуальных" исследованиях, и при внимательном чтении составить представление об их современном состоянии. Хочется высказать надежду, что выход "Очерков по когитологии" будет стимулировать приток новых творческих сил к работам по изучению человеческого интеллекта и созданию "человекоподобных" технических систем.

Академик И.М. Макаров

УДК 159.95

КОГНИТИВНАЯ НАУКА И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТА

Б.М.ВЕЛИЧКОВСКИЙ

Слово "интеллект" является латинским переводом древнегреческого понятия "нус" — "ум". Этнолингвистические исследования свидетельствуют о том, что в разных языках мира существует много понятий, указывающих на проявления умственных способностей. Несмотря на разнообразие накопленных данных, можно считать, что комплекс представлений о разумном поведении в целом является инвариантным для разных культур.

Вместе с частично синонимичными понятиями "рассудок", "ум", "разум", "познание" понятие "интеллект" относилось к числу центральных категорий домарксистской философии. Но и утратив философское значение, "интеллект" продолжает оставаться важной общенаучной категорией. Так, одним из символов научно-технической революции является понятие "искусственный интеллект", используемое для обозначения технических систем, способных к адаптивному поведению и решению задач, в том числе таких, которые психолог отнес бы к сфере восприятия, организации движений, поиска в памяти, понимания текста, а не мышления в узком смысле слова. Постоянно возрастает и интерес к проблематике "естественного интеллекта". Не будет преувеличением сказать, что большинство эмпирических исследований в психологии имеет отношение к изучению познавательной сферы. Накопленный материал, однако, еще не получил достаточно глубокого теоретического объяснения. Одним из симптомов этого служит тот факт, что в настоящее время существует свыше 60 определений интеллекта.

В рамках данной статьи мы ограничимся обзором наиболее общих психологических подходов к изучению интеллекта, акцентируя внимание на тех аспектах, которые, на наш взгляд, представляют наибольший интерес с точки зрения взаимодействия наук о естественном и искусственном интеллектах.

Психометрический интеллект

На сегодняшний день слово "интеллект" чаще всего трактуется как понятие дифференциальной психологии. В основе данного подхода лежит интуитивное наличие прототипов умный — глупый, яркий — посредственный, способный — неспособный. "Интеллект, — писал Л.Б. Торндайк, — это то качество психики (мозга или поведения, если кому-то это больше нравится), по отношению к которому Аристотель, Платон, Фукидид и им подобные более всего отличались от афинских идиотов того времени". Впервые шкалы интеллекта были созданы под влиянием запросов общеобразовательной школы. Предметом оценки в них стали те свойства, которые определяет академические успехи индивида.

Однозначность даваемых тестами интеллекта количественных оценок настолько резко контрастировала с разноголосицей мнений о его природе, что тесты фактически стали операциональным определением интеллекта. Согласно классической формулировке Э. Боринга, "интеллект — это то, что измеряется с помощью тестов интеллекта".

Ряд распространенных методик, таких, как шкалы Станфорд—Бине и шкала интеллекта для взрослых Векслера, представляют собой батареи тестов, диагностирующих несколько познавательных структур и функций. К ним относятся знание лексикона родного языка, непосредственное запоминание, узнавание конфигураций, пространственные преобразования и т.п. Коэффициент интеллекта (IQ) является взвешенным средним оценок, полученных по отдельным шкалам. Эта итоговая оценка представляет собой статистическую абстракцию и не характеризует какую-то определенную когнитивную способность. Тем не менее она оказывается достаточно стабильной и полезной в качестве предиктора будущего выполнения заданий того же типа.

Хотя разные группы тестовых заданий в многомерных шкалах создавались для измерения разных познавательных функций, получаемые с их помощью оценки почти всегда коррелируют друг с другом. Это позволяет предположить, что успешность выполнения заданий может определяться небольшим числом базовых способностей. Природа этих способностей выявляется в психометрике с помощью факторного анализа. Таким образом, современная психометрика трактует индивидуальные оценки в некотором задании как результат аддитивного вклада факторов, лежащих в основе выполнения всех тестовых заданий.

На основе применения факторного анализа психодиагностических данных появился ряд теорий интеллекта. Первой из них можно считать модель интеллекта, на базе которой возникли шкалы Бине-Симона и их модификации. Двухфакторная модель Ч. Спирмена предполагает существование единого для всех тестов фактора общего интеллекта и группы специальных факторов. В модели первичных факторов интеллекта, разработанной Л.Терстоуном, выделяется уже семь базовых способностей: скорость восприятия, счет, легкость нахождения слова, вербальное понимание, пространственные отношения, память, индуктивное и дедуктивное рассуждение. Центральным для модели Р. Кеттелла является разведение кристаллизованного и текучего интеллекта. Кристаллизованный интеллект состоит из шести факторов, напоминающих первичные умственные способности модели Терстоуна. Эти способности формируются под влиянием окружения и текучего интеллекта, который понимается как врожденная, непосредственно связанная со свойствами нейрофизиологических процессов творческая сила.

Перечисленные модели объединяет индуктивный способ построения. Модель структуры интеллекта, предложенная Дж. Гилфордом, претендует на статус дедуктивной теории. Основой для нее послужила схема "стимул — организм — реакция". Сочетание четырех типов стимульного материала (фигуративный, символический, семантический, относящийся к социальному поведению), пяти типов внутренних операций (узнавание, запоминание, оценка, конвергентное мышление, дивергентное мышление) и шести типов поведенческих ответов (единицы, классы, отношения, системы, трансформации, импликации) задает 120 ортогональных факторов интеллекта[1].

Есть ряд оснований для критики психометрического подхода. В силу статистического характера парадигмы результаты в значительной мере определяются алгоритмами факторного или другого вида многомерного анализа: в этот анализ можно "войти" без всяких представлений об интеллекте и личности, а "выйти" с некоторым подобием психологической концепции. Вместе с тем математическая проблема нахождения факторов недоопределена, пока не сдела-

---

[1] Интерес представляет не сама эта модель, а инициированное ею изучение социального интеллекта и дивергентного мышления, чаще называемого креативностью. Имеющиеся данные, в частности, свидетельствуют о низкой корреляции креативности с общим интеллектом, а с другой стороны — о связи социального интеллекта с вербальным.

ны явные (а чаще неявные) предположения об отношениях между ними.

Серьезной является и другая проблема. Особенности интеллектуальной активности глубоко индивидуальны: всякий человек, о котором вообще можно сказать, что он умен, умен на свой собственный лад. Факторный анализ выделяет гипотетическую структуру, которая характеризует скорее типы решаемых задач, чем деятельность решающего задачу. Эти трудности преодолеваются в последнее время двумя различными способами. С одной стороны, разрабатываются методы индивидуализированной компьютеризованной диагностики интеллекта. Другое направление связано с привнесением в психометрику идей и методов психосемантики. С помощью методик, позволяющих строить квазипространственные модели индивидуальной организации знаний, эти работы, в частности, операционализируют понятие "когнитивная сложность". Последняя определяется как количество используемых оснований для классификации понятий, событий, других людей и т.п. Не совсем понятно, впрочем, следует ли считать когнитивную простоту признаком примитивности мышления. В историческом развитии человечества интеллектуальный прогресс часто возникал в результате качественного упрощения репрезентации знания[2].

Любая модель когнитивной организации может считаться психометрически значимой только при ее сопоставлении с внешними критериями эффективности интеллектуальной деятельности. Вместе с тем логика развития методов диагностики интеллекта показывает, что в модели должны быть заданы не только формы репрезентации знания, но и особенности стратегий метакогнитивного контроля. При таком понимании задачи дифференциальной диагностики интеллекта смыкаются с целями психологии познания. Создание адекватных методических приемов измерения интел-

---

[2] Примером когнитивно сложной, но громоздкой и неэффективной системы категорий может служить следующая таксономия животного мира, приписываемая Борхесом древней энциклопедии "Щедрые знания Поднебесной Империи": "Все животные делятся на: 1) тех, которые принадлежат Императору, 2) бальзамированных, 3) дрессированных, 4) свиней, 5) бродячих собак, 6) русалок и водяных, 7) сказочных, 8) дрожащих, как если бы они были бешеными, 9) нарисованных очень тонкой верблюжей кисточкой, 10) бесчисленных, 11) тех, которые только что разбили цветочную вазу, 12) тех, которые включены в данную классификацию, 13) всех других, 14) напоминающих мух с большого расстояния".

лекта по-прежнему может оставаться конечной целью исследователей, однако достижение этой цели обусловлено умением объяснить особенности макро- и микро-структуры индивидуальной познавательной активности.

Макро- и микроструктура познания

Макроструктура познавательных процессов. Для повседневных жизненных ситуаций, в которых человек должен продемонстрировать свою разумность и интеллектуальные способности, характерно прежде всего то, что они частично знакомы субъекту и могут быть отнесены к определенной семантической области. Далее, они никогда не разбиты на дискретные, никак не связанные друг с другом "задачи", имеющие однозначные ответы. Человеку самому приходится выделять проблемы, ставить и корректировать цели, находить средства их достижения, контролировать развитие событий, в особенности отдаленные последствия своих действий и поступков, так как в реальных условиях решение одной проблемы практически всегда порождает несколько новых. Поскольку ситуация обладает собственной динамикой, контроль должен вестись с опережением событий, в режиме антиципации. Наконец, в жизни не бывает чисто когнитивных проблем: их постановка и процессы решения включены в контекст социальных отношений, взаимодействий с интересами других людей, социальных групп и общества в целом. Иными словами, мир предстает перед мыслящим и действующим человеком как сложнейшая открытая система.

В современной психологии познание рассматривается как конструктивная активность, направленная на создание иерархии внутренних описаний (репрезентаций) окружения и на их преобразование в соответствии с требованиями задачи. Ведущей метатеоретической метафорой таких исследований обычно является компьютерная метафора — аналогия между познавательными процессами и переработкой информации в универсальном вычислительном устройстве.

Накопленные в последние годы экспериментальные данные, однако, свидетельствуют о достаточно высокой специализации познавательных процессов в различных семантических областях. Так, запоминание экологически естественного перцептивного материала принципиально отличается от запоминания слов, фраз или абстрактных конфигу-

раций. Реализующие его процессы, в частности, не могут быть разделены на фазы кратковременной и долговременной памяти.

Высокую степень специализации обнаруживают психолингвистические механизмы, а также процессы,обеспечивающие разнообразные проявления "моторного интеллекта". В их основе лежат относительно автономные психофизиологические структуры. Координированная работа подобных "модулей" требует "коалиционного" или "гетерархического" управления. Пример гибкости познавательных стратегий дает взаимодействие аналитико-вербальных и эмоционально-образных способов описания окружения и себя, которое предположительно связано с балансом активности левого и правого полушарий.

Структура когнитивных процессов и диагностика интеллекта. Что дает знание микроструктуры процессов решения тех или иных познавательных задач для новой постановки традиционных проблем психологии интеллекта? Если стратегии, используемые при решении таких задач, например традиционных тестовых заданий, содержат одинаковые операциональные компоненты, то результаты тестов, очевидно, должны коррелировать друг с другом. Таким образом, зная микроструктуру операций, корреляции можно предсказать заранее.

Например, скорость решения задач, требующих доступа к внутреннему лексикону (долговременной семантической памяти на слова), коррелирует с оценками вербального интеллекта на уровне 0,80. В то же время успешность верификации предложений, описывающих пространственные сцены, которая обычно относится к маркерам вербального интеллекта, коррелирует с этой скоростью лишь на уровне 0,30. Причина состоит в том, что задачи верификации могут решаться не только путем сравнения двух вербальных описаний ситуации, но и с помощью совершенно другой стратегии — через преобразование самого предложения в квазипространственную ментальную модель и сравнение ее с воспринимаемой сценой. Испытуемые произвольно контролируют выбор различных форм репрезентации и вытекающие из них способы работы (хотя с возрастом вероятность "визуального решения" снижается). Таким образом, экспериментальные исследования позволяют объяснить характерные для психометрики случаи слабой положительной корреляции: одно и то же задание может "запускать" разные процессы у разных ин-

дивидов и, более того, у одного и того же индивида в различные моменты времени.

Изменение состояния часто оказывается ответственным за изменение когнитивных стратегий испытуемых. Так, почти неизбежная для ситуации "проверка интеллекта" утрата внутреннего контроля вызывает или усиливает состояние тревоги, что приводит к снижению порогов ориентировочной реакции, подготавливает общие поведенческие ответы оборонительного типа и одновременно уменьшает эффективность чисто познавательной активности. С рядом звеньев познавательных процессов интерферирует состояние утомления, меняющее условия доступа к семантической памяти и приводящее к деавтоматизации когнитивных навыков. В результате даже такие рутинные процессы, как поиск в памяти, начинают требовать сознательного контроля.

Экспериментальные исследования познавательных процессов доказывают, что они имеют значительно более сложное строение, чем это постулируется в факторных моделях интеллекта. Так, "перцептивный фактор" в действительности означает множество функционально обособленных структур. Только в рамках зрительного восприятия можно выделить механизмы нескольких надстраивающихся друг над другом уровней. На наиболее низком из них находятся механизмы зрительной кинестезии, выше расположены процессы локализации объектов в трехмерном пространстве и во времени, еще выше — процессы восприятия перцептивной идентичности предметов. (Механизмы последних двух уровней сопоставимы с двумя выделенными Н.А. Бернштейном уровнями построения движения — пространственного поля и действия). Зрение участвует и в высших формах символического восприятия, обеспечивая, например, при чтении прямое опознание смысла слов без промежуточного фонологического кодирования. Любая из выделенных подсистем может быть подвергнута и значительно более детальному анализу. Не менее подробно сегодня могут быть описаны процессы силлогистических умозаключений или решения задач на установление аналогии, а также ряд других когнитивных процессов.

Ментальные пространства и метаоператоры. Изучение деятельности испытуемых в ситуациях решения творческих мыслительных задач показывает, что успешность решения определяется здесь прежде всего умением работать с типогенетическими и даже контрфактическими ментальными

моделями. Эти умения связаны со способностью воображения создавать сложные структуры рекурсивно вкладываемых друг в друга ментальных пространств.

Проиллюстрируем это положение на примере понимания следующего отрывка текста: "В этом спектакле Смоктуновский играет Отелло. Отелло думает, что Дездемона ему неверна, хотя в действительности она его любит". Отрывок задает по крайней мере три пространства. Прежде всего он содержит указание на реальность — пространственно-временной контекст жизнедеятельности говорящего, слушающего и артиста Смоктуновского. Метаоператор "в этом спектакле" вкладывает в реальность ментальное пространство M_1, которое, в свою очередь, оказывается родительским пространством для пространства M_2, задаваемого метаоператором "Отелло думает". В такой иерархической структуре метаоператор "в действительности" возвращает наше воображение не к реальности, а к непосредственно объемлющему мир мыслей и чувств Отелло пространству M_1.

Вообще говоря, в каждый момент времени семантический контекст создается лишь объемлющим ментальным пространством. Подобная организация объясняет известную непроницаемость ментальных пространств, запрещающую формальную подстановку терминов. Например, хотя нам известно, что Гамлет убил скрывавшегося за занавесом Полония, мы не можем сказать "Гамлет хотел убить Полония" вместо "Гамлет хотел убить человека, скрывавшегося за занавесом", так как созданное нашим воображением ментальное пространство непроницаемо для наших же знаний о той же ситуации.

Понимание представлений и образов как особых пространств движения мысли субъекта, создающих возможности для действия в модальности "как если бы", позволяет объяснить ряд трудностей, которые возникают при трактовке образов как картинок, которые одна часть мозга показывает другой.

Так, например, несмотря на значимую связь наглядности образа с его мнемотехническим потенциалом, корреляции между субъективной отчетливостью образа и его эффективностью в организации познавательной активности, как правило, отсутствуют. Этот факт легко объясним с помощью развиваемого подхода.

Пусть дана фотография, скажем, коллективное фото участников XVIII Международного психологического конгресса. Если известно, что на этой фотографии (метаопе-

ратор) Дж. Брунер полностью закрыт Ж. Пиаже, то возникает описанная парадоксальная ситуация: всякая визуализация фотографии (построение ментального пространства изображения) будет напоминать нам не только о Пиаже, но и о Брунере, хотя никаких сенсорных признаков, указывающих на него, ни в образе, ни в прообразе нет.

Модель уровней построения движений и иерархическая структура когнитивных процессов. На основании накопленных в психологии познания данных в настоящее время вопрос о структуре интеллекта может быть поставлен более конструктивным, чем до сих пор, образом. При этом представляется возможным использовать модель уровней построения движений, предложенную Н.А. Бернштейном, в качестве основы для иерархической модели интеллекта. С некоторыми модификациями и дополнениями в ее "верхней", семиотической части развитие схемы Н.А. Бернштейна позволяет выделить шесть уровней интеллекта, краткая характеристика которых приведена в таблице.

Способности и познавательные функции оказываются при этом подходе сложными, многоуровневыми образованиями. Так, ощущения связаны с работой трех из этих уровней (А, В и С), восприятие — преимущественно двух (С и D), память и мышление — трех (D, E, F), воображение и понимание — двух (Е и F). Внимание оказывается результатом управляющих воздействий более высоких уровней на нижележащие (прежде всего, F на Е и Е на D).Наконец, функции понимания и порождения речи, которые зачастую относят к наиболее высокому уровню познавательной организации, распределены между тремя уровнями (D, Е и F). Лишь самые творческие аспекты и формы этих функций, такие, как формирование речевой интенции, применение пропозициональных установок, порождение и понимание поэтического текста, связаны с уровнем метапознавательных (личностно-смысловых) координаций.

Чем выше уровень, тем существеннее его роль в обеспечении интеллектуальных достижений. Если в случае уровней А, В и С речь идет о сравнительно элементарных сенсорных и перцептивных функциях, то уровень предметных действий D реализует весьма сложные когнитивные автоматизмы.

В ряде недавних исследований изучались различия экспертов и новичков в таких областях, как чтение, жонглирование, игра в шахматы, медицинская диагностика, педагогика, теоретическая физика. Эксперты не просто боль-

Уровни организации интеллекта

Обозначение	Название уровня	Основная функция	Примеры феноменов	Форма осознания	Возможная форма представления
F	Метапознавательные координации	Релятивизация и перестройка концептуальной модели мира	Пропозициональные установки, семантика ментальных пространств	Рефлексия, самосознание, творческое воображение	Метапроцедуры
E	Концептуальные структуры	Фиксация и дополнение концептуальной модели мира	Ассоциативные эффекты близости и контраста, "карта-обозрение"	Обыденное сознание, образы-представления	Декларативно-процедурные структуры
D	Действия	Регуляция предметных действий	Перцептивная организация, внимание к атрибутам, "карта-путь"	Перцептивный образ	Процедуры
C	Пространственное поле	Ориентация в ближайшем окружении	Искажения метрики перцептивного хронотопа и схемы тела	Пространственные ощущения	"
B	Синергии	Регуляция перемещений организма как целого	Двигательные ритмико-циклические штампы	Проприо-и тангорецепторные ощущения	"
A	Палео-кинетические регуляции	Регуляция тонуса и простейших защитных реакций	Тонические и палеовестибулярные рефлексы	Протопатическая чувствительность	"

ше знают, они в полном смысле слова более чувствительны к значимым характеристикам ситуации. По-видимому, эти различия отражают достаточно далеко зашедшую у экспертов процедурализацию релевантных структур знания — приобретение соответствующими процессами статуса автоматизмов и их сдвиг к уровню перцептивного узнавания, в результате чего шахматист сразу видит, что "позиция белых предпочтительна", врач отмечает, что "у входящего в кабинет больна печень" и т.п. Переход управления от уровня E к уровню D зафиксирован в исследованиях первичных понятий, показавших, что часть из них активируется в автоматическом режиме.

Важность концептуальных структур знания (уровень E) для оценки интеллектуальной компетентности иллюстрируется, в частности, тем обстоятельством, что большинство тестов интеллекта имеет отношение как раз к этому уровню (в том числе, шкалы так называемого практического интеллекта).

Реализуемые уровнем метапознавательных координаций (F) процессы были названы нами вслед за Д.А. Поспеловым метапроцедурами[3]. Одни из них (представливание, вращение, трансформация) позволяют работать с образными компонентами концептуальных структур, другие (описание, метафоризация, воспроизведение) — преимущественно или исключительно с вербальными, третьи (понимание, рекурсия, аналогия) имеют более универсальный характер, вероятно определяя уровень так называемого общего интеллекта.

Изучение поведения испытуемых при решении экспериментальных заданий позволяет сделать вывод, что различия в общих способностях связаны прежде всего с использованием разных мыслительных стратегий. Хорошие "решатели" тратят сравнительно много времени на понимание проблемы и создание адекватной репрезентации (представливание и/или описание) условий. Плохие быстро начинают искать ответ среди заданных в памяти (воспроизведение). Лишь первая стратегия дает возможность генерализации приемов решения и их переноса на задания из другой предметной области (аналогия).

---

[3] Метапроцедуры могут быть разделены на эвристики мышления и правила семантического синтаксиса. К последним относятся общие стратегии, обеспечивающие порождение и интерпретацию речевых конструкций применительно к обстоятельствам конкретной коммуникативной ситуации.

Психолого-педагогические исследования также свидетельствуют о том, что хороший учащийся отличается от плохого не столько количеством фактических знаний, сколько лучшим умением "видеть", что информация, полученная в одном контексте, пригодна для использования в другом.

Относительно малоразработанной главой психологии познания остается вопрос о механизмах социального интеллекта. Есть все основания считать, что и в этом случае ведущая роль принадлежит уровню F, в частности метапроцедуре "рекурсия", позволяющей осуществлять многократные вложения ментальных пространств друг в друга. Поскольку в ряду таких вложений могут с некоторыми изменениями повторяться образы "Я" и "значимого другого", возникают столь характерные для координаций уровня F эффекты стереоскопичности и рефлексивности: мы смотрим на себя "со стороны", оцениваем других в зависимости от того, как они предположительно оценивают нас, пытаемся представить, как бы мы поступили на месте другого либо как бы другой поступил в нашей ситуации, и т.п. До недавнего времени эти феномены описывались лишь в лингвистических и логических исследованиях.

Эффективность интеллектуальной деятельности и эмоционально-волевые характеристики. Эффективность интеллектуальной деятельности определяется, помимо эвристичности мышления, и рядом других, менее специфичных особенностей, традиционно относимых к эмоциально-волевой сфере личности. Так, часто подчеркивается значение интеллектуальной инициативы, понимаемой как нестимулированная извне активность объекта. Регулирующая роль мотивов проявляется в том, что общая спонтанная активность, с которой коррелируют некоторые тесты креативности, принимает форму именно интеллектуальной инициативы, а, скажем, не бытового любопытства. Об удивлении как начале всякой философии писал еще Платон. Многочисленные указания на значение нравственного начала, выдержки, хорошего характера, независимости, сильной воли содержит, в частности, литература о А.Пуанкаре, В.И. Вернадском, А.А. Ухтомском, А. Эйнштейне, Н. Боре, П.Л. Капице, а также их переписка. В психологических работах показано значение волевых черт личности при решении проблем полководцем, администратором, политическим деятелем.

На наш взгляд, эти факты объясняются двумя основными причинами. Во-первых, еще Н.А. Бернштейн подчеркивал, что в иерархической системе управления каждый уровень задает мотивы для работы нижележащих функциональных структур. Это позволяет, например, понять адаптацию к оптическим искажениям как разновидность научения, которое разворачивается в целом на уровне пространственного поля (уровень С), но подкрепляется актами практического достижения предметов (уровень D). Ведущую роль в порождении специфически человеческих мотивов с этой точки зрения должен играть уровень метапознавательных координаций. К числу существенных мотивационных переменных относятся такие формы метапознавательной активности, как, например, стратегии объяснения успехов и неудач предшествующих действий (каузальная атрибуция).

Психологии известна иерархическая модель эмоционально-мотивационной сферы, в которой на нижнем уровне осуществляются автоматические реакции автономной нервной системы, эндокринных желез и иммунной системы. Выше расположен уровень жестко фиксированных двигательных штампов, обслуживающий врожденные формы поведения. Еще выше — первичные влечения, которые служат поддержанию равновесия внутренней среды организма. Далее идет уровень прижизненно формирующихся потребностей, производных от первичных влечений. Затем появляются аффекты — радость, печаль, гнев, удивление, отвращение и т.п. — и высшие мотивы, из которых формируются желания (если нижним уровням не удается справиться с гомеостатическим кризисом). К этим желаниям добавляется разумный выбор и волевые усилия. Связь подобной схемы с предлагаемой нами моделью интеллектуальной организации представляется вполне очевидной.

Вторая причина влияния эмоционально-волевой сферы на эффективность интеллектуальной деятельности заключается в том, что мыслительные процессы всегда развертываются на фоне и под аккомпанемент столь же динамичных, но значительно более глобальных эмоциональных состояний. Отмечая моменты ослабления и восстановления контроля за развитием событий, эмоции выполняют по отношению к интеллектуальной активности важную функцию. Любая проблемная ситуация, не позволяющая использовать уже имеющиеся знания (уровень E) и навыки (уровень D), индуцирует состояния напряжен-

ности и тревоги. В случае серьезных научных или практических противоречий столкновение конфликтующих требований предельно обострено — они кажутся абсурдными, заведомо неразрешимыми. Нахождение решения, когда для этого требуются значительные умственные усилия в течение длительного времени, возможно только при достаточной силе воли и устойчивости познавательной мотивации, готовности пуститься в путь, исход которого не способна предсказать никакая антиципация. Если же проблема решена, то удовлетворение, гордость и торжество могут отметить это событие еще до того, как оно будет подтверждено последовательным рациональным анализом.

Включенность эмоциональных состояний в процессы метапознавательного контроля определяет их связь с интеллектуальной организацией личности. Когда страх переходит в панику, восторг — в экстаз, ярость — в исступление, вместе с контролем нарушается также взаимодействие аффекта и интеллекта. Видимо, именно здесь проходит важное смысловое разграничение между пониманием интеллекта психологией и категорией "искусственный интеллект". Даже самые успешные действия под гипнозом или по инструкциям, заданным извне, не оставляют впечатления интеллектуальных достижений, хотя они могут быть достаточны для высокой эффективности соответствующих технических систем.

Социогенез интеллекта и социальная метафора

Центральный вопрос исследований интеллекта — благодаря чему люди выбирают наилучший, по их мнению, способ действования в проблемной ситуации — чрезвычайно сложен и серьезен. Особую остроту ему придают продолжающиеся свыше 100 лет утверждения жесткой наследственной обусловленности интеллектуальных различий.

Однако эмпирические данные, на которых базируются подобные утверждения, вызывают серьезные сомнения. Установлено, например, что с течением времени IQ приемных детей сближаются с коэффициентами интеллекта их новых родителей, а совместное или раздельное воспитание вызывает сдвиги IQ у всех категорий родственников в направлении большего соответствия окружению. Согласно психофизиологическим работам, наследуемыми оказываются преимущественно простые сенсомоторные функции, в случае же более высоких уровней

функциональной организации познавательных процессов влияние генотипа практически сходит на нет.

Значение среды, в особенности эмоциональной и интеллектуальной атмосферы семьи, признается сейчас все большим числом исследователей. Этим объясняется феномен "первого ребенка" — слабое, но достоверное превышение IQ первого в семье ребенка над следующими. Первый ребенок пользуется преимуществом исключительного общения со взрослыми, тогда как у следующих детей таких возможностей меньше. Картина, правда, осложняется тем обстоятельством, что в семьях с двумя-тремя детьми их IQ обычно выше IQ единственного в семье ребенка. По-видимому, присутствие в семье других детей имеет развивающий, а не тормозящий эффект, причем наиболее благотворно это сказывается на старших детях. Особенно отчетливо роль общения ребенка и взрослого выступает на самых ранних этапах развития, когда по принципиальному замечанию Л.С. Выгодского, характеризуя личность ребенка, следует говорить не о "пра-Я", а о "пра-МЫ".

Именно в этом направлении развиваются некоторые новейшие исследования глубинных структур, регулирующих процессы понимания, порождения и успешного оперирования ребенком грамматическими конструкциями уже на стадии первоначального овладения речью. Вместо врожденной языковой компетентности роль катализатора развития могут играть все более усложняющиеся схемы кооперативного взаимодействия ребенка и матери. Овладение родным языком предполагает не перевод на гипотетический "язык мысли", а совместную работу по крайней мере двух людей. При этом развивающаяся логика совместных предметных и социальных действий оказывается долингвистическим прототипом будущей грамматики собственно речевых конструкций (с ее категориями действия, актора, объекта, инструмента и т.д.). Рефлексивный характер межличностных отношений объясняет, почему на этой основе начинают совершенствоваться формы произвольного контроля за своим поведением и познавательными процессами. Замечательный советский психолог Л.С. Выгодский писал, что структура социальных отношений, сохраняя основные черты своего символического строения, переносится внутрь психологической системы ребенка.

Сфера межличностных взаимоотношений является и ведущим центром организации ментальных пространств

Общение, в особенности речевое, предполагает реконструкцию знаний и интересов партнера. В ситуации значимого общения это ментальное пространство необходимо дополнить информацией о представлениях партнера относительно наших интересов и знаний. Возникает трехуровневая структура смысловых контекстов. Ее отличительная особенность — наличие метапознавательного компонента, причем появляется он как элемент "вклада" значимого другого.

* * *

Будущие исследования, как нам представляется, приведут к появлению новых метатеоретических метафор. Наряду с компьютерной метафорой (особенно в ее мультипроцессорном варианте) вероятно выдвижение социальной (или организационной) метафоры, основанной на аналогии между функциональной организацией интеллекта и жизнью сложных социальных образований, таких, скажем, как государство или крупный университет. На самом деле такая метафора не нова. Шекспир сравнивал каждого человека с "маленьким королевством". Ряд соображений говорит о том, что эта метафора может сыграть эвристическую роль в решении задач психологии познания. Например, всякий достаточно сложный социальный организм обнаруживает черты иерархического (более того, гетерархического) строения. В отличие от беспроблемной, нарушаемой лишь техническими дефектами циркуляции информации в вычислительной машине в социальном целом знания претерпевают драматичные метаморфозы. Лишь малая толика их может быть доступна инстанциям, ответственным за принятие решений и общение с внешним миром. Наконец, эффективность любого социального организма определяется не только стратегическими намерениями, но и в значительной мере наличием развитой инфраструктуры управления, доведением умений решения тактических задач до степени автоматизма.

УДК (159.91+159.94):159.95

ПОСТРОЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ И МЕТАФОРА ИНТЕЛЛЕКТА

М.Б. БЕРКИНБЛИТ, А.В. ЧЕРНАВСКИЙ

Одним из важных последствий возникновения ЭВМ и кибернетической идеологии оказалась так называемая компьютерная метафора. Ее смысл заключался в том, чтобы отнестись к естественному интеллекту как к вычислительному устройству: многие детали интеллекта должны быть аналогичны тому, что известно проектировщикам ЭВМ и программистам (долговременная и оперативная память, процедурное и декларативное представление знаний и т.д.).

Компьютерная метафора оказала несомненное влияние на психологические исследования естественного интеллекта. В появившейся через несколько лет после возникновения ЭВМ когнитивной психологии акцент был сделан на изучении механизмов интеллекта, и в этом можно видеть влияние идеологии ЭВМ. Осознанно или неосознанно в этих механизмах старались увидеть аналоги компьютерной архитектуры и программного обеспечения. Психологам стали привычны такие слова, как модульность, декларативность и процедурность, информация и ее обработка и т.п.

Однако с момента своего возникновения идеология ЭВМ опиралась на, так сказать, обратную метафору, метафору интеллекта. Более или менее явно она учитывала принципы, которые удавалось извлечь из изучения мозга и его функционирования, стремясь к постепенному уточнению ответа на вопрос, в каком смысле вычислительные устройства можно назвать интеллектуальными. В этом смысле значение работ, закладывавших основы искусственного интеллекта, хотя они и производят впечатление побочного продукта развития вычислительной техники, очень велико. В них впервые в явной форме был поставлен вопрос о том, что такое интеллект в отдельности от его носителя. Вместе с тем была поставлена задача создания на базе ЭВМ усилителей естественного интеллекта, а в конечном счете — автономных носителей искусственного интеллекта, способного решать те же задачи так же или лучше, чем естественный.

На первых порах понимание интеллекта в рамках работ по искусственному интеллекту было чрезвычайно ограни-

ченным. Эти работы, имевшие довольно узкую философско-методологическую базу, в основном бихевиористского (хотя в значительной степени и гештальтистского) направления, были вынуждены пройти через целый ряд классических тупиков, из которых психология выбиралась десятилетиями, — тупиков атомизма, сенсуализма и др. Указанная ограниченность дает себя знать до настоящего времени.

Отчасти это обстоятельство можно объяснить тем, что сами ЭВМ были побочным продуктом развития математической логики в предвоенный период. Как известно, в начале 30-х годов разными путями было дано точное определение формализма — были введены понятия алгоритма, вычислимой функции, автомата, формальной системы и т.д. В то же время были Геделем прояснены границы "формального формализма", так сказать, изнутри. Это событие, имеющее огромное значение для истории науки, было лишь составной частью большого движения структурализма в гуманитарных науках: лингвистике, психологии, социологии. Одним из наиболее ярких явлений в общем течении структурализма был гештальтизм. Он зародился в психологии до первой мировой войны, противопоставив классическому атомизму ассоцианистов (т.е. попыткам объяснить возникновение сложных ощущений сочетанием простых) фактор формы. Этот фактор понимался гештальтистами в отличие от их предшественников не как дополнительный элемент восприятия, не имеющий прямой сенсорной основы "по законам ассоциаций", а как возникающая актуально в ситуации восприятия или решения задач структура.

Центральной метафорой гештальтизма являются физические понятия равновесия, устойчивости. Главный акцент был сделан на процессе и его направленности в сторону устойчивости. Сам процесс предполагался протекающим на структурированном субстрате, но, к сожалению, самой структуре (в частности, интеллекта) гештальтисты уделили мало внимания. Кроме того, локальная направленность процесса на достижение равновесия заслонила собой глобальную направленность на цель. Цель выступает у гештальтистов как мощный источник "напряженности" полевых сил. Но анализа структурированности интеллекта, изначальной его направленности на достижение цели у гештальтистов нет.

Однако актуальное возникновение формы как равновесного устойчивого состояния сложной динамической систе-

мы (говоря современным языком) на структурированном субстрате — это фундаментальное открытие гештальтистов, которое упускалось до настоящего времени из виду идеологией ЭВМ, но теперь становится очень актуальным, что видно, в частности, по работам о нейронных сетях.

Обобщая, можно сказать, что для современного развития идеологии ЭВМ метафора интеллекта имеет значение не меньшее, чем компьютерная метафора для развития когнитивной психологии. В этой статье мы попытаемся на основе анализа некоторых работ в области низшей сенсомоторной ступени интеллекта (в основном в области моторного управления) обсудить некоторые принципы, которые, как нам кажется, в равной мере важны и для понимания естественного, и для построения искусственного интеллекта. Это принципы целенаправленности, параллельности, использования модели мира (в нашем случае пространственной) для планирования и построения действий, принцип многоуровневости этого построения и др. Мы начнем с общего описания наших представлений об интеллекте, которое мы считаем модернизированным вариантом гештальтистской точки зрения. Затем мы обратимся к экспериментам, моделированию и физиологии и, наконец, вернемся к обсуждению общих принципов организации интеллекта.

Идея интеллекта

О цели. Главная черта, которая отличает интеллект от его допсихических предпосылок, — целенаправленность. В связи с этим нужно сказать несколько слов о понятии цели.

Обычное употребление слова "цель" предполагает, что речь идет об атрибуте поведения одного субъекта, живого или искусственного. Но при анализе основ целенаправленного поведения, в частности интеллектуального, удобным оказывается определить цель как отношение между двумя системами, из которых одна ставит задачу другой, а вторая должна достигнуть цели, меняя надлежащим образом свое поведение. Цель как отношение предполагает механизмы, благодаря которым ее задание вызывает изменение фазового портрета (в очень обобщенном смысле слова), направляя динамическую систему к аттрактору, определяемому целью.

Определение интеллектуальной системы. Интеллектуальная система — это система, которая планирует целе-

направленное действие на основе модели мира через построение актуальной модели обстановки. Здесь предполагается, что имеется структурированная среда — модель мира, в которой, с одной стороны, извне (от мотивационной системы) задается цель, а с другой — может быть построено отражение текущей ситуации. Мы рассматриваем интеллектуальную систему как динамическую. Задание цели возбуждает ее и заставляет стремиться к равновесному состоянию, определенному не только целью, но и внешней обстановкой. Такой переход — "релаксация" — совершается в последовательной конкретизации цели, превращающей ее из достаточно общей цели организма в систему команд исполнительным органам, т.е. в план действия.

Мы имеем, таким образом, две тенденции функционирования интеллекта: локальную — в сторону большей устойчивости и глобальную — от мотива к движению, к исполнительным органам. Здесь уместно вспомнить известную статью А. Бергсона "Интеллектуальное усилие". Вот несколько цитат:

"Представление, способное развернуться во множественные образы, — динамическая схема"; "...Абстрактное представление едино. Оно включает взаимопроникновение всех элементов"; "Состояния, через которые проходит интеллект, могут быть только попытками со стороны образов проникнуть в схему или, иногда, пробами схемы к постепенному изменению, с целью выразиться в конце концов в образах"; "Усилие изобретения: сначала ясное ощущение наличности формы, предшествующей элементам, затем соперничество самих элементов и наконец наступление равновесия как результат взаимного приспособления формы и материи".

Как мы видим, Бергсон связывает динамический процесс с интеллектуальным усилием. Результат этого процесса — равновесие между схемой и образами (или переход к другой схеме). При этом, продолжая мысль Бергсона, можно сказать, что наступает интеллектуальное облегчение. Схема — это общее представление, которое должно быть уточнено и конкретизировано в данной обстановке, наполнено "образами" по Бергсону. Таким образом, операция уточнения производится динамической системой "естественно", так как эта операция означает переход от усилия к облегчению, к понижению активации. Такому переходу отвечает уточнение цели от общего мотива к непосредственно двигательной цели.

Функции, строение и функционирование интеллекта. Итак, интеллектуальная система строит модель актуальной ситуации и на ее основе при направляющем воздействии цели-мотива планирует действие. Моделирование и планирование — две основные функции системы, причем ведущей является планирование. Конечно, имеется целый ряд других важных, но вторичных функций, например, построение модели мира (которое происходит в другом масштабе времени и может быть названо формированием долговременной памяти). Далее можно упомянуть функции оценки, сопоставления своих возможностей с целями оптимизации, автоматизации и т.п. Однако здесь нас интересуют первичные функции моделирования и планирования.

Субстратом интеллектуальной системы является не сплошная среда, а структуризованная "модель мира", которую можно представлять себе в виде большого числа иерархически организованных модулей, более или менее автономных, со связями, посредством которых они могут влиять друг на друга. В духе М.Л. Цетлина и И.М. Гельфанда "модель мира" можно назвать коллективом автоматов. Мы не можем здесь вдаваться в более подробное обсуждение строения такой системы. Отметим лишь два существенных момента.

Во-первых, первичная активация, т.е. мотив, должна вызывать некоторое первичное изменение связей или их весов, изменяя предпочтения. Этим должен заниматься какой-то механизм, который можно назвать "глубинное Я".

Во-вторых, формирование плана оказывается многоуровневым, и это должно отражаться в строении модели. Идея многоуровневости интеллекта принадлежит Х. Джексону. В применении к построению движений она была достаточно детально разработана Н.А. Бернштейном, утверждавшим, что движение определяется своим верхним уровнем, который только и входит в сознание и, в сущности, является целью движения. Несколько видоизменив эту идею, можно сказать, что план построения действия проходит несколько уровней, на каждом из которых происходит очередное уточнение цели, пока она не становится чисто двигательной. Мы имеем, таким образом, общую направленность функционирования интеллекта — от мотива к движению (вообще говоря, к действию).

Однако сказанное не следует понимать так, что сначала определяется цель, а затем на соответствующем уровне формируется отвечающий ей план действий. И то и другое происходит в процессе установления равнове-

сия динамически. Важно, что равновесие должно оказаться столь конкретным, т.е. близким к эффекторике, насколько это позволяет обстановка.

Существенную роль в обсуждаемой динамике играет встречная тенденция, связанная с функционированием "акцептора результата" (по П.К. Анохину), или механизма внутреннего проигрывания, производящего сопоставление планируемого действия и своих сил. Если предвидится недостижение нужного результата, то возникает эмоциональная вспышка, приводящая, с одной стороны, к активизации резервов, а с другой — к прекращению попыток конкретизации "общего плана" и построению нового плана. Интеллекту приходится проявлять себя в условиях конфликта, когда необходимо построить новые действия, а не просто применить привычные автоматизмы. Но даже самое рутинное применение автоматизмов в реальных условиях требует приспособления их к этим условиям и не бывает вполне рутинным.

Жизнь животного довольно жестко регламентирована. Известно несколько видов активности животного, отвечающих основным мотивам и имеющих свои временные циклы. Например, пищевая активность хищника включает фазы выслеживания, преследования, борьбы с жертвой, съедания, отдыха для переваривания, экскреции. Постоянство последовательности фаз обеспечено генетически. Каждая фаза имеет свои подфазы, постоянство которых в меньшей степени детерминировано генетически. Те, в свою очередь, делятся на подфазы, которым животное должно обучиться, а не полагаться на генетическую память. Как мы видим, на долю "актуального построения плана" остается не так уж много. Животное в каждый момент находится в определенной "точке" цикла соответствующей деятельности и "в общем" знает, что делать. На долю актуальной обстановки остается уточнение деталей. Но, хотя речь идет о выборе одного из двух-трех автоматизмов, этот выбор должен быть проведен так уверенно и быстро, что требует сложной системы для обеспечения своей устойчивости. Иерархическое строение является непременным атрибутом систем такого рода.

Ступени интеллекта

Три ступени интеллекта. Выше мы говорили лишь о первой ступени эволюционного развития интеллекта, которую можно было бы назвать сенсомоторным интел-

лектом. Его функционирование прямо связано с внешней ситуацией, а задачи, которые он решает, в конечном итоге переводятся на язык двигательных задач. Планирование действия идет под прямым влиянием обстановки, как внешней для организма, так и внутренней, мотивационной. Для устойчивой и эффективной работы сложной динамической системы необходимы внешние постоянно действующие факторы. В данном случае такими факторами являются: 1) внешний мир, ситуация; 2) мотивация, мотив, цель; 3) генетически предопределенное строение модели.

В процессе фило- или онтогенетического развития интеллекта, заключающемся в росте, усложнении и структурировании динамической системы, происходит ее постепенная автоматизация. Поначалу она выражается в таком структурировании, которое позволяет возможно быстрее строить актуальную модель обстановки для быстрого поиска ответа. В частности, в структуре системы появляется подсистема внутреннего проигрывания действия для предвосхищения возможного результата. Основным механизмом здесь является интериоризация процессов восприятия, мотивации и моторики. В конце концов интериоризация приводит к возможности автономного функционирования интеллекта. Эксперименты с человекообразными обезьянами демонстрируют реализацию этой возможности, а также то, что реализуется она как прямое продолжение актуальной сенсомоторной ситуации.

Однако потребность в выходе за пределы актуальной ситуации, в приобретении универсальных средств, позволяющих переносить опыт управления с одной ситуации на другие, аналогичные, явилась объективной предпосылкой для развития третьей, высшей ступени интеллекта — речевой, обеспечивающей возможность обобщить опыт и оперировать с этими обобщениями.

Еще И.М. Сеченов замечал, что наиболее подвластны произвольному управлению движения наиболее осознаваемые. Наиболее же осознаваем верхний уровень построения движения. Этот верхний уровень представляет собой цель (для целенаправленного движения). Таким образом, в один узел завязываются произвольность, осознаваемость и целенаправленность.

Символизм в интеллекте. Итак, мы определили три основные ступени развития интеллекта: сенсомоторную, автономную и символическую, или речевую. Центральной темой этой статьи является первая ступень. Заметим, од-

нако, что можно говорить о символичности не только третьей, но и двух первых ступеней интеллекта.

В сущности, корни символизма интеллекта уходят в сигнальные процессы на уровне клетки. Развитие сигнальности требует сообщений, информирующих о результате. Это предполагает наличие внутри системы подсистемы "обратной связи" и постепенное развитие информационных процессов между ними по направлению к языкам. Допсихическая биология дает много примеров приближения к "языковым" структурам, вершиной которых является генетический код. Но более или менее определенно о языковом символизме можно говорить, вероятно, начиная с сенсомоторики.

Язык — это семиотическая система, включающая систему символов и синтаксис (правила соединения символов в более крупные единицы и правила преобразования таких единиц). Обычно языку соответствует некоторая область значений конфигураций языка (семантика). Соотнесение конфигурации со значением может быть реализовано с помощью явной договоренности, как в искусственных языках, или сложиться исторически, причем в последнем случае соответствие, как правило, неолнозначное (значение определяется ситуацией употребления).

Язык моторики — это язык двигательных команд. Его синтаксис — правила образования временных двигательных гештальтов — синергий. Семантика команд здесь двойственная: с одной стороны, сами движения, с другой — их цели.

Не вдаваясь в детальное обсуждение семиотики реальных сенсомоторных языков, заметим, что и восприятие и моторика представляют собой существенный шаг в развитии символизма. Язык зрения вначале "стремится" к изоморфизму, к полному представлению информации в световом потоке. Но он же служит основой для построения языков более высокого уровня, предметных, в которых пространственно-временной изоморфизм утрачивается, а роль символичности повышается.

Еще большую роль символичность играет в моторике. В качестве примера можно указать на внутренние релизеры, возбуждение которых приводит к высвобождению кванта двигательной информации, наличного автоматизма, приспосабливаемого к конкретной ситуации.

Очень важный момент — постепенное сращивание языка представлений и языка команд в предметном языке модели. Психологические исследования соотношения между

декларативным и процедурным способами хранения образов затрагивают эту тему, но, на наш взгляд, мало внимания уделяют моторному аспекту представления образов как потенциальных целей. Отметим, что в исследованиях обработки знаний в искусственном интеллекте сопоставлению декларативных и процедурных языков придается большое значение. Нам кажется, что, во-первых, не меньшее значение должны иметь языки выхода, командные, а во-вторых, процедурные языки (и сама архитектура интеллектуальных систем) должны строиться с учетом преобразований декларативно задаваемых целей в командные фразы, имеющие существенно временной характер.

О сенсомоторной ступени интеллекта. Сенсомоторная ступень интеллекта является не просто низшей ступенью. В ней в достаточно развитой форме присутствуют и многие свойства высших ступеней, например символизм. Более того, можно сказать, что высшие ступени интеллекта развиваются приспособительно к сенсомоторике. Поэтому изучение сенсомоторики как формы интеллекта оказывается необходимой предпосылкой изучения интеллекта вообще.

Мы рассмотрим ниже в качестве иллюстрации достаточно примитивный пример сенсомоторной организации: потирательный рефлекс лягушки и моделирование управления движением конечности.

Потирательный рефлекс и его моделирование

Потирательный рефлекс лягушки. Исходным для развития нашего подхода было изучение классического потирательного рефлекса у лягушки. На кожу спины животного в стороне от средней линии помещается бумажка площадью в несколько квадратных миллиметров, смоченная слабым раствором кислоты. Лягушка удаляет раздражитель пальцами задней конечности, расположенной с той же стороны. Этот рефлекс наблюдается как у интактной лягушки, так и у спинального животного (т.е. животного, у которого спинной мозг отделен от головного).

Исследования показали, что движения конечности у спинального животного состоят из ряда отдельных фаз: флексии конечности, занесения ее над туловищем, подведения кончика лапки к бумажке (прицеливание), смахивания и экстензии конечности. Затем конечность, как правило,

снова флексируется, и цикл может повториться несколько раз.

Подчеркнем некоторые особенности потирательного рефлекса. Первая из них — его адаптивность, приспособляемость к изменениям позы тела или исходной конфигурации конечности. Например, стимул может быть помещен на кожу передней части тела, затем тело может быть согнуто с суставе между позвоночником и тазом, который у лягушки имеет очень большую длину. При таких манипуляциях начальная точка конечности (у таза) оказывается на различных расстояниях от стимула, хотя его положение на коже не меняется. Несмотря на это, спинальное животное успешно удаляет стимул.

Вторая особенность этого рефлекса — его надежность, устойчивость к ограничениям подвижности. Опыты состояли в том, что у спинального животного закреплялся коленный сустав или на основании стопы помещался грузик. Стимул удалялся и в этих условиях.

Наконец, третья особенность — вариабельность потирательного рефлекса. Непосредственно перед смахиванием лягушка принимает прицельную позу. Задняя лапка лягушки в этой позе помещается так, что кончики пальцев оказываются прямо перед стимулом. При повторных движениях лягушка приводит кончики пальцев в одно и то же место (с точностью до нескольких миллиметров), но значения углов в разных суставах при этом оказываются очень разными. Расчет показывает, что попадание пальцев в одну и ту же точку было бы невозможно, если бы изменения суставных углов не коррелировали между собой. Меняется также и траектория конечности, она в различной степени может выходить в пространство из плоскости тела и т.д.

Таким образом, с одной стороны, движение лягушки весьма вариабельно и адаптивно — она каждый раз приспосабливается к особенностям ситуации, а с другой стороны, управление осуществляется с помощью относительно простых "вычислительных средств" спинного мозга лягушки.

Модель мира потирательного рефлекса. Рассмотрим теперь задачу, которую решает спинной мозг лягушки с позиций метафоры интеллекта.

Прежде всего нужно выяснить, хотя бы в общих чертах, что в этой задаче выступает в качестве модели мира. Здесь можно говорить по крайней мере о четырех пространствах, два из которых вполне реальные и внешние

для системы, а два должны быть отображены в нейронных сетях спинного мозга и являются гипотетическими. Два внешних пространства — это, во-первых, целевое, или рабочее, пространство Z — часть двумерной поверхности спины, вложенная в трехмерное пространство, и, во-вторых, пространство K конфигураций конечности, определяемых наборами суставных углов. Можно допустить в качестве первого приближения, что в нервной системе "содержатся" два изоморфных им пространства — афферентное A, изоморфное пространству Z, и пространство управления C, изоморфное K. Модель мира состоит по крайней мере из этих двух пространств и определенных связей между ними, которые будут обсуждаться ниже. Точки пространства A служат для представления цели, а точки C определяют положение конечности.

Основные задачи. Продолжим наше обсуждение на более математическом языке. Будем пока для определенности считать Z и A двумерными плоскостями, и пусть конечность представлена трехзвенной ломаной, перемещающейся в Z с равными звеньями и с началом, фиксированным в начале координат O. Мы можем рассмотреть две модельные задачи. Первая из них моделирует фазу прицеливания в потирательном рефлексе.

Задача А. Фиксировано положение конечности и дана целевая точка. Перевести конечность в положение, в котором ее рабочая точка совпадает с целевой.

Задача Б. Исходно рабочая точка совпадает с целевой. Целевая начинает двигаться по некоторой траектории. Нужно провести конечность по некоторой траектории в пространстве C так, чтобы рабочая точка двигалась по целевой траектории.

При решении этих задач мы сталкиваемся с проблемой, названной Н.А.Бернштейном "проблемой преодоления избыточности числа степеней свободы" (которую он рассматривал, конечно, в существенно более широкой постановке): нужно выбирать конфигурацию из континуума возможностей. В нашем простейшем случае континуум одномерный.

Математическая модель. Мы постараемся изложить идею модели, не перегружая себя математическим формализмом. Вначале нужно рассмотреть локальный вариант задачи Б: в данном положении конечности задано малое смещение рабочей точки. Мы не задумываясь можем сместить нужным образом руку, изменяя на малые величины суставные углы (которых около семи). С мате-

матической точки зрения это равносильно одностороннему обращению матрицы Якоби частных производных отображения f из C в A, которое ставит в соответствие конфигурации ее рабочую точку. Такое обращение определено, если в C задана (риманова) метрика. Метрика задается симметрической квадратичной формой, зависящей от точки, и может рассматриваться как обобщенный коэффициент жесткости. В нашей модели мы предполагаем, что матрица жесткости диагональна (метрика задается взвешенным скалярным произведением), т.е. отсутствует взаимозависимость между суставными углами. Для реальной руки это не так, но оказалось, что для размерностей C и A (3 и 2 соответственно) диагональная матрица определяется однозначно. Переход от локального решения задачи Б к глобальному осуществляется с помощью интегрирования.

Для решения задачи A заметим, что риманова метрика в C позволяет использовать известный формализм геометрической оптики, в частности принцип Гюйгенса.

Допустим, что фиксированы положение конечности $q_0 \in C$ и положение цели $z \in Z$. Допустим, что появление цели приводит в возбуждение сразу все точки слоя $Q = f^{-1}(z)$ и что это возбуждение вызывает волну, распространяюшую возбуждение от слоя по пространству C. Наличие метрики позволяет нам говорить о скорости распространения волны и считать, что окрестность слоя покрыта лучами, которые ведут из точек окрестности к точкам слоя. В частности, в момент, когда волна достигает точки q_0 (заданной конфигурации), начинается перемещение конечности по соответствующему лучу.

Важным здесь является отсутствие необходимости в каких-либо коррекциях: если по той или иной причине точка окажется смещенной, она может продолжать движение, не возвращаясь на начальный луч.

Можно модифицировать это решение следующим образом. В момент прихода фронта волны в q_0 определен касательный вектор к лучу. Если допустить, что интенсивность возбуждения затухает по мере продвижения волны, то по этой интенсивности можно судить о пройденном расстоянии. В таком случае можно "сразу" отправить конечность в заданном направлении на соответствующее расстояние. Хотя при этом конечность не попадет на нужный слой из-за нелинейности, ошибок и проч., она окажется, во всяком случае, в малой окрестности слоя и дальше продолжит движение по лучу, что может внешне выглядеть как коррекция.

Нам кажется, что изложенная модель служит достаточно ясной, хотя и примитивной иллюстрацией гештальтистской идеи о функционировании интеллекта как динамической системы. Одновременно наша модель служит конкретизацией некоторых соображений об управлении коллективом автоматов, высказывавшихся в свое время М.Л. Цетлиным и И.М. Гельфандом на их семинаре в 60-х годах.

Физиологические соображения

Непрерывные среды. Насколько реально для ЦНС устройство многомерных непрерывных сред? Можно привести лишь косвенные соображения. Во-первых, хорошо известно, что в зрительной системе в довольно большом числе имеются двумерные экранные структуры, сохраняющие топологию сетчатки и способные, по-видимому, отражать и третью размерность.

В моторной системе известна организация одномерного континуума мотонейронного пула, основанная на так называемом принципе размера (нейроны пула вовлекаются в активацию мышцы в порядке, определяемом их размером).

Однако если допустить, что точка среды изображается одним нейроном и на одну размерность нужна сотня нейронов, то для трехмерного куба потребуется миллион нейронов, что явно находится на пределе допустимого. Поэтому даже если допустить, что единицей является синапс, а не нейрон, вряд ли возможна организация "буквального" представления среды с более чем тремя, от силы четырьмя размерностями.

Все же ЦНС, по-видимому, располагает возможностью организации "полевых рассуждений". Можно сослаться на взгляды Дж.Гибсона, который считает, что при локомоции зрительная система опирается на возникающее в ней поле скоростей с двумя особыми точками, задающими ось движения. При этом даже в "пустой" части пространства имеется (подсознательное) представление о соответствующем векторе, так как неожиданно появившийся объект будет сразу воспринят с его удаленностью и скоростью, очевидно, на основе какого-то локального процесса. Эти представления получают в последнее время подтверждения в исследованиях зрительных областей коры на нейронном уровне.

Волны и лучи. Лучи, которые строятся в нашей модели задают определенные смещения положения конечности во

времени. Это положение является равновесным в том смысле, что случайное смещение должно вызвать возвращение конечности на заданную траекторию. Экспериментально подтверждается и факт особых траекторий (почти параллельных в пространстве C) при разных начальных позах, и факт возвращения конечности на уже определенную траекторию при случайных возмущениях. Например, если подталкивать ко рту лапу краба, несущую пищу, то она возвращается назад к исходному положению, после чего продолжает прерванное движение.

Что касается волн, то имеется большая литература, показывающая реальность волновых процессов в нейронных средах мозга.

Движение по кривой заданной формы. Один из вопросов Н.А. Бернштейна: "Каким образом может быть представлена цель проведения, скажем, окружности, так, чтобы ее достижение могло быть реализовано практически любой моторной эффекторикой?"

Допустим, что для каждой двигательной системы,управляющей той или иной рабочей точкой, имеется свое "абсолютное" пространство управления с фиксированной системой координат, оси которой отвечают определенным направлениям во внешнем пространстве или направлениям "вдоль слоя", т.е. без смещения рабочей точки. Далее нужно допустить существование некоторого нейрофизиологического механизма, сопоставляющего абсолютный репер с локальными. При этом возбуждение абсолютного вектора должно приводить к возбуждению векторов с теми же координатами в тех локальных реперах, связи которых с абсолютным активированы в данный момент. Наконец, допустим, что имеется абсолютный надмодальный репер, связанный с одной стороны, с афферентными системами, а с другой — с абсолютными реперами отдельных двигательных систем. Это гипотетическое представление является достаточно определенной конкретизацией взглядов Н.А.Бернштейна. Оно также любопытным образом перекликается с соображениями В.С.Гурфинкеля о независящей от модальностей организации схемы тела.

Кинематика и динамика. Теория А.Г.Фельдмана. Модель, изложенная нами, является кинематической. Мы не затрагиваем здесь вопросов динамики, которые недостаточно проработаны. Например, кинетическая энергия, как известно, также задает метрику в пространстве C и соотношение ее с рассмотренной нами метрикой жесткости, и особенно учет этого соотношения в управлении

является интересной задачей. Но интересна также и возможность достаточно далеко продвинуться по чисто кинематическому пути, хотя у нас она связана с тем, что мы не рассматриваем задач удержания груза, ударов, скоростей и т.д. Важно заметить, что такие задачи ставятся "декларативно" в своих пространствах, таких, как А, а их решение "отрабатывается" автономно на более низком уровне.

Мы подходим здесь к важной составляющей интеллектуальной основы построения движения — поуровневости. Основным для нас является уровень построения синергий, в данном случае синергий целенаправленного движения конечности. Неявно присутствует также уровень суставного управления. Хотя в настоящее время он является гипотетическим, имеется много аргументов в пользу его автономности. Язык этого уровня, т.е. язык его двигательных целей — суставные углы и напряжения, является как бы промежуточным между "реальным" языком внешних двигательных задач и физиологическим языком управления мышцей.

Мы не можем здесь подробно останавливаться на достаточно разработанной в настоящее время идее А.Г.Фельдмана о равновесной точке, хотя она служит теоретической основой изложенной модели, а нашей первоначальной задачей было распространение этой идеи на уровень управления конечностью. Скажем только, что в основе модели Фельдмана лежит представление об "инвариантной характеристике" мышцы. Она задает "пружинное" соотношение между нагрузкой и длиной мышцы, которое "отрабатывается" так называемым рефлексом на растяжение. Управление мышцей состоит в том, что высший центр, меняя мембранный потенциал всех нейронов мотонейронного пула этой мышцы, изменяет ее характеристики и тем самым — равновесную длину (аттрактор) при данной нагрузке.

Для сустава с парой антагонистов инвариантная характеристика линейна и зависит от двух управляемых параметров — величины угла и жесткости. Для конечности управляемой становится, как мы видели, целая матрица жесткости, но характер этого управления пока неясен.

Это краткое резюме теории Фельдмана мы привели, чтобы подчеркнуть не только многоуровневость моторного управления, но и то, что на каждом уровне действует автономная динамическая система, а управление за-

ключается в установке цели (равновесной точки), меняющей фазовый портрет системы. На уровне синергий целью становится целый слой конфигураций. На высших уровнях картина, конечно, еще сложнее.

Целенаправленность интеллектуальной системы

Целенаправленность и синергичность. Выше мы говорили о связи целенаправленности с произвольностью и осознанием. Построенное движение имеет "глубину и ширину", оно многоуровнево, и на каждом уровне имеется много составляющих, действующих в параллельном взаимодействии. Все это строение выходит за пределы сознания тем больше, чем больше автоматизировано действие. Но автоматизация действия вовсе не означает его жесткой однозначности. Каждая составляющая синергии сохраняет автономность как процесс, но направление этого процесса определяется поставленной ему целью, которая может варьировать в зависимости от актуального "расклада сил".

Вюрцбургская школа декларировала детерминированность всего процесса целью ("детерминирующая тенденция" Н.Аха). Гештальтисты критиковали Аха за то, что, оставаясь в рамках ассоцианизма, он не замечал "полевых сил", направляющих процесс в сторону большей устойчивости. Мы старались выше показать, что идеи глобальной и локальной направленности процесса могут не противоречить друг другу, если допустить, что в интеллектуальной системе задание цели вынуждает систему искать устойчивое состояние, меняя свой фазовый портрет.

Вторым существенным моментом целенаправленности интеллектуальной системы является представленность цели в модели мира. Исходно, возможно, модель мира строится как целевое пространство (у нас это было А). При этом не следует думать, что двигательная цель обязательно должна быть пространственной (это не так, например, при воспроизведении мелодии по слуху).

Н.А.Бернштейн относил к разным уровням два класса движений — целенаправленные (уровень С) и синергии в строгом смысле слова (уровень В). Мы понимаем здесь слово "синергия" в широком смысле, но разделение движений на два класса или, точнее сказать, выделение двух сторон в каждом сложном движении — целенаправленности и синергичности — представляется нам очень важным. К синергиям в узком смысле слова относят такие дви-

жения, как выразительные, ритмические и др. Они нецеленаправленны в том смысле, что не имеют двигательной цели, не обладают "целевым пространством", в котором могла бы быть представлена цель. В то же время составляющие этих движений вполне могут быть целенаправленны в указанном смысле. Точно так же синергии могут входить в состав целенаправленных движений.

Целенаправленность и параллельность. Вернемся к эксперименту с потирательным рефлексом лягушки. Заметим, что связь составляющих этого движения существенно менее жесткая, чем для собственно синергичных движений. Н.А.Бернштейн писал: "...достаточно познакомиться с циклографическими записями движений показа пальцем точки, выполненных с оптимальной точностью и ловкостью, чтобы убедиться, что N повторных жестов одного и того же субъекта было выполнено им по N не совпадающим между собой траекториям, собирающимся, как в фокусе, только близ самой целевой точки показа". Обычно к вариативности здесь относятся так, как в технике относятся к люфтам и шумам — как к неизбежному злу. Мы же полагаем, что вариативность в рассматриваемых случаях оказывается другой стороной адаптивности.

В примере с движением конечности к цели мы имеем работу нескольких составляющих — подпрограмм суставов, которые должны вместе решить задачу. Цель каждому суставу в той или иной форме ставится сверху. Суставной центр будет добиваться достижения этой цели вне зависимости от того, что отклоняет суставной угол — внешний толчок или воздействие параллельно работающих центров. С этой точки зрения вариабельность движений, их нежесткость эквивалентны надежности. Только программа, которая работает совершенно автономно от всех других, может быть сделана достаточно жесткой.

Вообще организация синергий, т.е. параллельного взаимодействия нескольких двигательных систем, может быть достаточно разнообразной, и нам кажется полезным привести здесь несколько основных типов взаимодействия, имея в виду, что они могут оказаться полезными с точки зрения метафоры интеллекта в проектировании архитектур ЭВМ.

Мы можем принять за общий принцип, что управление двигательными подсистемами, включаемыми в данную синергию, осуществляется через указание цели, после чего данная система должна "отработать" эту цель в автономном режиме. Работа остальных участников синергии может

мешать, или способствовать, или быть безразличной для данной подсистемы. Взаимодействие может осуществляться в процессе функционирования, когда работа одних систем выступает как внешнее условие для других. Но возможны и разнообразные типы взаимодействий через связь целей: цели могут быть независимы между собой, но связаны с общей целью синергии; они могут быть связаны жестко; одна цель может быть ведущей по отношению к другим и т.д. Мы приведем несколько примеров таких типов, не вдаваясь в их подробный анализ.

Жесткая связь составляющих имеется во многих ритмических движениях, например при чесании, синхронных ритмических движениях двух рук или пальцев.

С другой стороны, мы видели, что синергия движения конечности предполагает гораздо более свободную связь между участвующими в ней суставными центрами. Каждый из них, получив свое задание, относится к остальным как к внешним помехам. Возможно, промежуточным является случай "позного" (от "поза") обеспечения движения: когда человек поднимает руку, то напрягаются мышцы бедра, обеспечивающие его равновесие.

Возможны существенно более свободные объединения отдельных систем в единую синергию со своей целью. При этом системы независимы с двигательной точки зрения, но учитывают существование друг друга во времени, например "пойти, чтобы взять". Движение руки включается, а локомоция отключается на определенном расстоянии и в определенный момент, что обусловливается деятельностью другой синергии. Более сложным является взаимодействие руки и кисти при взятии предметов. Имеется до двух десятков выученных "хваток", и каждая из них по-своему влияет на целевое пространство приближающейся руки, причем именно на все пространство, а не просто на постановку цели в нем, так как поворот кисти существенно изменяет систему координат в целевом пространстве.

Интересным является сочетание ритмической и целевой синергий в чесании, локомоции и др. Вероятно, чесательный рефлекс можно рассматривать как наложение двух программ — "попадание в точку раздражения" и "генерация ритмики". При этом, например, у обездвиженных кошек генератор ритмики включается, только если рабочую точку конечности насильственно приблизить к раздражаемому месту. Можно думать, что и ходьба также может рассматриваться как суперпозиция двух программ, при

этом в одних условиях (ходьба под музыку) доминирует ритмическая составляющая, а в других (ходьба по камушкам) преобладающее значение получает программа попадания в точку.

Важным случаем организации синергий является выделение ведущей синергии, цель которой должна быть достигнута обязательно как цель всей синергии, а цели остальных участников подчинены цели или самому движению ведущей синергии. Например, в писчих движениях кисти ведущей составляющей является нажим на карандаш группой суставов, в то время как экстренно возникающая антагонистическая группа должна "отступать", обеспечивая устойчивое положение карандаша. Вообще, взаимодействие антагонистических пар — отдельная тема, и мы ограничимся здесь приведенным примером.

Возможно также "отрицательное" взаимодействие, когда одно движение исключает другое для той же системы, например бег и отряхивание для задней конечности кошки. Любопытно, что, например, для задней лапки спинальной лягушки отмечались случаи, когда на один сустав "проходит" установка синергии одной формы потирательного рефлекса, а на другой сустав той же конечности одновременно — установка от другой формы. Это говорит как о реальности "борьбы за конечный путь", так и о реальности суставного центра как самостоятельной единицы управления.

Еще некоторые принципы целенаправленного управления. Выше мы встретились с таким взаимодействием, при котором движение, вызванное одной подсистемой, должно приводить к геометрическому преобразованию системы координат другой. Мы можем привести несколько примеров, где можно ожидать наличия такого механизма. Большинство из них относится к афферентным системам. Возможно, простейшим является гипотетический механизм интерпретации афферентной посылки от мышц и суставных центров, основу которого, согласно А.Г.Фельдману и М.Л.Латашу, составляет афферентная копия командной посылки, которая устанавливает как бы систему отсчета в соответствующем (гипотетическом) пространстве.

Очень вероятно, что константный экран в зрительной системе, позволяющий воспринимать постоянным внешнее пространство при движениях глаз, головы и тела, основан на механизме геометрических преобразований (может быть, универсальном).

В системе управления конечностью можно отметить боль-

шую сложность тригонометрических выражений для координат рабочей точки, если учитывать хотя бы шесть-семь основных суставных углов. Почти невероятно, чтобы ЦНС управляла всей этой сложностью "сразу". Более вероятна, во-первых, декомпозиция, разделяющая управление на "азимутальное" и "от себя". Во-вторых, можно ожидать, что движение в плоскости и повороты в плече или кисти разведены: движение в плоскости происходит, например, так, как это описывалось на с. 32—33, а вращения вызывают соответствующие координатные преобразования. Возможно, такие же преобразования происходят при сгибании спинного сустава лягушки или изменении положения передней лапки (см. с. 30—31).

Наконец, совсем кратко упомянем еще об одном принципе организации синергий, который мы, за неимением лучшего слова, назовем "региональностью". Одна и та же цель может быть достигнута, как правило, различными двигательными системами. В различных областях целевого пространства по той или иной причине одна из этих систем оказывается в более выгодных условиях и берет выполнение на себя. При этом переход цели из одной области в другую вызывает незаметное для сознания, но вполне определенное переключение с одной системы на другую. Например, если нужно провести прямую линию мелом на доске, то последовательно включаются кисть, рука, тело, локомоция, и каждое новое включение вызывает затормаживание каких-то действовавших до этого подсистем. При рисовании окружности кистью происходит последовательное переключение антагонистических пар, совершенно не осознаваемое рисующим. Выше мы упоминали две формы смахивательного рефлекса лягушки: с задней части тела раздражитель может быть удален пальцами или коленом, вероятность второго тем выше, чем ближе к хвосту находится стимул. Такие примеры можно и продолжить.

Эти и другие формы устройства синергий могут служить основой для компенсаций, когда отказ одной двигательной подсистемы приводит к немедленному викарному включению другой и экстренно образовавшаяся новая синергия оказывается работоспособной.

Мы воздержимся от сопоставления упомянутых механизмов сенсомоторики с высшими проявлениями интеллекта. Нашей задачей было привлечь внимание к важности систематического прояснения напрашивающихся здесь аналогий.

УДК 159.93

СЕМАНТИКА ВЕРБАЛЬНЫХ И НЕВЕРБАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ

Ч.А. ИЗМАЙЛОВ, Е.Н. СОКОЛОВ

Работы по созданию интеллектуальных систем и составляющих их ядро баз знаний выдвигают на первый план проблему, имеющую принципиальное значение. Хорошо известно, что человек в своей интеллектуальной деятельности оперирует с двумя типами знаний — вербальными, т.е. знаниями, облеченными в языковую форму, и невербальными, "образными" знаниями. Исследования функциональной асимметрии мозга показывают, что невербальные знания играют не менее, а в ряде случаев и более важную роль при решении задач, традиционно относимых к интеллектуальным. Такое положение определяет безусловную желательность учета невербальных компонент знания в моделях искусственного интеллекта. Однако серьезное препятствие на пути реализации этой интенции заключается в неразработанности средств моделирования (в частности, описания) невербального знания.

Традиционные формализмы, используемые в моделях когнитивных структур, являются принципиально "языковыми". Однако сама возможность с помощью вербального аппарата с достаточной полнотой передать те качественные особенности невербального знания, которые ответственны за его роль в решении интеллектуальных задач, вызывает сомнения. Вопрос здесь может быть сформулирован следующим образом: в какой степени вербальная составляющая знания может полно отражать его невербальную составляющую, или, другими словами, насколько изоморфны структуры вербальной и невербальной составляющих. Исследование этого вопроса требует наличия специальных модельных средств, позволяющих представлять как вербальные (принципиально дискретные), так и невербальные (очень часто континуальные) компоненты знания.

Данная работа представляет пример эмпирического исследования соответствия семантической организации элементов невербального (цветовых стимулов) и вербального (названия цветов) знания. В качестве модельного пред-

ставления организации знаний мы использовали пространственный подход и методы многомерного шкалирования. Такой подход позволяет непосредственно сопоставлять организацию элементов знания континуальной (цветовые стимулы) и дискретной (их названия) природы.

Построение семантического пространства цветовых названий привлекает не меньшее внимание исследователей, чем построение сенсорного пространства цветовых стимулов. Результаты известных работ могут быть обобщены в настоящее время в виде двух основных выводов.

1. Шкалирование простых цветовых названий, обозначающих главным образом цветовые тона спектра (типа красный, оранжевый, желтый, синий, зеленый и др.), дает двумерное пространство цветовых названий, аналогичное цветовому кругу Ньютона.

2. Включение в число стимулов сложных цветовых названий, характеризующих предметную сторону цвета (типа лимонный, изумрудный, болотный, хаки, кофейный, золотой и т.п.), приводит к увеличению размерности семантического цветового пространства и к дезорганизации круговой структуры цветовых названий.

Можно предположить, что основной причиной расхождения между результатами шкалирования простых и предметных цветовых названий является разное семантическое содержание, разный семантический состав этих групп названий. Семантика простых цветовых названий определяется в основном сенсорной составляющей слова, тем опытом, который представлен индивиду зрительной системой. В то же время семантика сложных или предметных названий содержит более многокомпонентный опыт, где наряду со зрительным не меньшее значение имеют, вероятно, и другие виды когнитивного опыта, например речевой опыт.

Экспериментальная проверка этого предположения может быть основана на формировании искусственных цветовых названий с заданной экспериментатором семантикой и последующем сравнении семантического пространства искусственных цветовых названий с пространством "естественных" названий.

В настоящей работе излагаются результаты экспериментов по реализации этой программы.

Построение пространства искусственных цветовых названий производилось в три этапа.

На первом этапе было подобрано двадцать бессмысленных трехбуквенных слов (фир, бур, ...), которые априори не содержат никакой цветовой семантики. Проверка исход-

ной пространственной структуры выбранных слов производилась методом метрического многомерного шкалирования.

На втором этапе испытуемый методом простого ассоциативного научения обучался называть этими словами 20 цветовых стимулов, представляющих все цвета спектра, от фиолетового до красного, затем пурпурного цвета, получаемые смешением коротковолновых и длинноволновых излучений, и, наконец, белый цвет.

На третьем этапе строилось пространство искусственных цветовых названий тем же методом метрического многомерного шкалирования, что и исходное пространство бессмысленных слов.

Методика

Установка. Экспериментальная установка представляла собой два цветных телевизора "Электроника Ц420", управляемые ЭВМ СМ-1403. На одном из экранов предъявлялись цветовые стимулы, а на другом — слова. Ответы испытуемого вводились в компьютер через 11-клавишный минитерминал.

Испытуемые. Опыты проводили на двух испытуемых 25 лет с нормальным цветовым зрением.

Этап 1. На экране цветного телевизора последовательно предъявляется пара бессмысленных трехбуквенных слов из общего списка. Испытуемый оценивает степень цветового различия между значениями этих слов в баллах от 0 (полная идентичность) до 9 (максимальное различие). Предполагается, что у испытуемых могут быть какие-то цветовые ассоциации, связанные с этими словами. Длительность каждого слова в паре составляет 0,8 с. Длительность интервала между словами 0,4 с. Через 2 с после первой пары слов предъявляется вторая, затем третья и т.д., пока каждая попарная комбинация из 20 слов общего списка не будет предъявлена пять раз. Предъявление всех пар рандомизировано.

В результате этих опытов для каждого испытуемого была получена треугольная матрица из $20 \times (20-1)/2$ элементов, каждый элемент которой представляет собой среднее арифметическое по пяти оценкам.

Каждая матрица обрабатывается одним и тем же методом метрического многомерного шкалирования. В результате анализа вычисляются собственные значения осей 20-мерного евклидова пространства и координаты 20 точек,

представляющих собой шкалируемые слова в данном пространстве. Оси координат упорядочиваются в соответствии с величинами их собственных значений, так что первой считается ось с максимальным собственным значением, а последней — с минимальным. Кроме того, вычисляются коэффициенты линейной корреляции между исходными оценками различий и межточечными расстояниями в одно-, двух-, трех- и т.д.-мерном пространствах.

Этап 2. Основное значение этой серии опытов — обучение испытуемого называть каждый из 20 цветовых стимулов только одним из 20 имеющихся в общем списке слов. На экране одного из телевизоров предъявлялся один из 20 стимулов, а на экране второго телевизора со сдвигом во времени предъявлялось соответствующее этому цвету слово. Пары цвет—слово предъявлялись по пять раз. Предъявления производились в случайном порядке. После обучающего эксперимента сразу же производился контрольный опыт. Здесь испытуемому предъявлялся только цвет, и он должен был назвать этот цвет соответствующим названием. Если испытуемый делал безошибочные обозначения, то обучающий эксперимент считался выполненным. Если же испытуемый делал ошибки, обучающий эксперимент повторялся до тех пор, пока непосредственно после него испытуемый не воспроизводил правильно цветовые названия. Только после этого переходили к третьей серии опытов — построению семантического пространства искусственных цветовых названий.

Этап 3. Процедура третьего этапа в точности соответствует процедуре первого. Здесь вновь для каждого испытуемого была получена матрица попарных цветовых различий, которая анализировалась тем же методом многомерного шкалирования.

Обсуждение результатов

Семантическое пространство искусственных слов до обучения можно охарактеризовать как случайное. Собственные значения осей уменьшаются достаточно равномерно. Точно так же равномерно (по отношению к увеличению размерности) увеличивается и коэффициент корреляции. Это означает, что каждая ось вносит равный вклад в конфигурацию точек и ни одну из осей нельзя оценить как более значимую по сравнению с другими. Проекция 20 искусственных слов на плоскость первых двух осей евклидова пространства показывает, что точки достаточно равномер-

но заполняют пространство, не образуя какой-либо простой структуры.

Эти данные позволяют сделать вывод об отсутствии какой-либо исходной цветовой семантики в выбранных искусственных словах.

Совершенно другая картина получается при анализе результатов многомерного шкалирования семантических различий после обучения. Здесь обнаруживается резкий скачок в величинах собственных значений и коэффициентов корреляции, когда мы сравниваем первые два измерения пространства с остальными. Это свидетельствует о том, что первые две оси координат вносят основной вклад в структуру точек в пространстве, тогда как остальные измерения для интерпретации малозначимы. Проекция 20 точек, представляющих собой искусственные цветовые названия, на плоскость первых двух координат евклидова пространства показывает, что все точки разделились на четыре отдаленных друг от друга локуса. В локусах сгруппированы точки, представляющие собой названия голубых, зеленых и желто-зеленых, желтых и оранжевых, красных и пурпурных тонов соответственно. Внутри локусов точки практически не упорядочены. Это означает, что испытуемый путает названия соседних, близких цветов, однако названия из одной группы никогда не приписываются цветам другой группы.

То, что искусственные цветовые названия группируются в четыре определенных класса, связанные с фиксированными излучениями в спектре, позволяет говорить о прямом соответствии четырех основных цветовых названий естественного языка — синий, зеленый, желтый и красный — четырем геринговским первичным цветам. Мы видим, что семантика этих цветовых названий определяется главным образом цветовой стимуляцией. Такой вывод справедлив для обоих испытуемых, хотя каждый из них имеет и свои специфические особенности в результатах. В данной работе мы не рассматриваем индивидуальные различия и будем обсуждать только общие для испытуемых характеристики.

Полученная конфигурация точек — искусственных цветовых названий — существенно отличается от цветового круга. Возникает вопрос: можно ли считать полученный результат окончательной структурой искусственных цветовых названий, или процесс их формирования не закончен и эти данные представляют только промежуточный результат? Ведь полученные данные можно объяснить недос-

таточным усвоением искусственного цветового словаря. Правильное воспроизведение названий непосредственно после предъявления стимулов может быстро нарушиться при оперировании только цветовыми названиями, без подкрепления цветовой стимуляцией.

В связи с этим для испытуемых была повторена вторая обучающая серия опытов через одну неделю. На этот раз испытуемые значительно быстрее заучили словарь до стадии безошибочного называния стимулов искусственными цветовыми названиями. После этого для испытуемых вновь строилось семантическое пространство цветовых названий, как и на третьем этапе опытов.

Полученные результаты показывают, что дополнительное обучение не привело к изменению размерности семантического пространства искусственных цветовых названий, а только к большей метрической определенности этого пространства. Увеличилась разница в величинах собственных значений между первыми двумя и остальными осями полученного пространства. Уменьшилась разница в коэффициентах корреляции для двумерного пространства и пространств более высокой размерности. Это подтверждает сделанный выше вывод о двумерности пространства искусственных цветовых названий.

Сравнение конфигурации точек, представляющих искусственные цветовые названия в двумерном евклидовом пространстве, с данными предыдущего этапа обучения показывает специфичность изменений, происшедших в семантическом пространстве под влиянием дополнительного обучения. Так, хотя размерность семантического пространства не изменилась, изменилась сама конфигурация точек. Точки внутри каждой из четырех групп цветовых названий распределились по периметру цветового круга в соответствии с цветовым тоном стимула, представляемого этим названием. Особенно четко это видно на данных второго испытуемого.

Приведенные здесь результаты можно интерпретировать как следствие многостадийности процесса категоризации сенсорного опыта. Вначале на формирование речевых цветовых категорий оказывает влияние только активация оппонентных цветовых каналов. Этим объясняется быстрое формирование размерности семантического цветового пространства и группировка цветовых названий в четыре локальные и попарно оппонентные зоны пространства. После формирования оппонентной структуры цветовых категорий наступает следующий этап — распределение категорий в

семантическом пространстве. То, что это распределение имеет форму цветового круга, указывает на то, что на этой стадии процесса категоризации возрастает роль активации селективных цветовых детекторов, которые возбуждаются под действием излучения, имеющего специфический спектральный состав.

Таким образом, стадийность процесса формирования простых цветовых категорий прямо соотносится со стадийностью в организации цветового анализатора излучений. Можно утверждать, что сам процесс формирования простых цветовых категорий однозначно определяется активацией цветового анализатора. Этим объясняется полное соответствие семантического пространства простых естественных цветовых названий (типа синий, зеленый, желтый, белый и т.п.) сенсорному цветовому пространству.

Анализ данных в терминах сферической модели цветового зрения

Данное утверждение можно рассмотреть более детально, если анализировать полученные результаты в терминах сферической модели цветового анализатора, поскольку сферическая модель накладывает больше ограничений на структуру сенсорного цветового пространства и дает более детальное описание конфигурации цветовых точек в этом пространстве, чем традиционные евклидовы модели.

Основная идея сферической модели цветового анализатора заключается в том, что анализ световых излучений в зрительной системе осуществляется с помощью четырех нейронных механизмов, или каналов (двух хроматических — красно-зеленого и сине-желтого и двух ахроматических — светового и темнового). Выходы всех четырех каналов подаются на входные синапсы детектора цвета — клетки, селективно настроенной на отдельный цвет. Селективность цветового детектора определяется специфической комбинацией коэффициентов синаптической передачи входных синапсов. Главная особенность этих коэффициентов состоит в том, что, хотя каждый детектор цвета имеет свою специфическую комбинацию коэффициентов, сумма квадратов этих коэффициентов синаптической передачи у каждого детектора постоянна. Такой тип организации работы нейронных синапсов соответствует аналитическому уравнению сферы в четырехмерном евклидовом пространстве. Таким образом, множество цветов, различаемых зрительной системой, может быть представлено множеством

точек внутри некоторой области на поверхности этой сферы. Каждая цветовая точка задается единственной комбинацией четырех координат, хотя одна и та же комбинация координат может определяться излучениями с разным спектральным составом.

Специфика синаптических связей четырех цветовых каналов с детектором цвета приводит к тому, что активность этих каналов оказывается взаимосвязанной. Какое бы излучение ни подавалось на рецепторный вход анализатора, общее возбуждение, поступающее на детектор, будет постоянным. Изменение спектрального состава и интенсивности излучения приводит только к перераспределению этого возбуждения, причем одновременно не менее чем в двух каналах из четырех.

В двух хроматических каналах анализируется спектральный состав излучения, который представлен в восприятии тоном цвета. В двух ахроматических каналах анализируется интенсивность излучения. Она представлена в восприятии субъективной яркостью цвета. За счет того что хроматические и ахроматические каналы цветового анализатора связаны между собой по закону сферичности, соотношение их возбуждений дает зрительной системе еще одно субъективное измерение цвета — насыщенность. Цветовая насыщенность не связана с анализом излучения, у нее нет физического смысла, поэтому в зрительной системе нет отдельных каналов для формирования насыщенности. Это дополнительный параметр, порожденный специфической структурой цветового анализатора. Вследствие этого насыщенность оказывается более грубой характеристикой для дифференциации цветов, чем тон или яркость. Тем не менее насыщенность в какой-то степени компенсирует те потери физической информации, которые происходят в зрительной системе при анализе излучений. Благодаря насыщенности субъективное цветовое пространство получает еще одно, третье измерение в дополнение к цветовому тону и яркости.

В сферической модели эти три субъективные характеристики цвета представлены тремя сферическими координатами цветовой точки. Таким образом, сферическая модель позволяет по-новому описать взаимосвязь нейрофизиологических каналов анализатора, которые представлены четырьмя декартовыми координатами цветовой точки на сфере, с сенсорными характеристиками цвета, которые представлены тремя сферическими координатами той же самой цветовой точки.

Меняя физические характеристики излучения, можно избирательно "включать" в работу не все четыре нейронных канала, а только два или три из них. Это приводит к тому, что субъект из всех возможных цветов различает только некоторое подмножество, которое может быть представлено как подпространство цветовой гиперсферы. В частности, если выбрать только равнояркие излучения разного спектрального состава, как это было в описанных экспериментах, то подмножество цветов образует сферическую поверхность уже в трехмерном евклидовом пространстве.

Рассматривая структуру искусственных цветовых названий как результат активности цветового анализатора, мы можем проверить полученные многомерным шкалированием конфигурации точек — искусственных цветовых названий — на сферичность. Проверяемая гипотеза состоит в том, что точки цветовых названий располагаются не на плоскости, а на кривой поверхности в трехмерном евклидовом пространстве. Таким образом, помимо проекции этих точек на плоскость первых двух евклидовых координат, в анализ конфигурации необходимо включить третью координату субъективного пространства.

Анализ сферичности конфигураций может дать ответ на вопрос: с каким именно уровнем переработки информации о цвете в анализаторе связан процесс окончательного формирования простых цветовых категорий?

Сферичность полученных методом многомерного шкалирования конфигураций оценивалась с помощью следующей итерационной процедуры. Для каждой конфигурации в трехмерном евклидовом пространстве определяется центр сферы — такая теоретическая точка, которая была бы равноудалена от всех экспериментальных точек конфигурации. Поскольку экспериментальные данные содержат случайные ошибки, то радиусы экспериментальных точек могут не быть в точности равны между собой, а флуктуировать в некотором диапазоне, т.е. поверхность сферы имеет некоторую "толщину". Ее величина измеряется как стандартное отклонение радиусов от среднего. На каждом шаге итерации для данного центра сферы вычисляются расстояния — радиусы, средние радиусы и стандартное отклонение. Изменяя координаты центра, программа находит точку с минимальным стандартным отклонением радиусов — искомый центр сферы. Для трехмерного пространства результат считается положительным, если "толщина" сферического слоя, в котором располагаются экспе-

риментальные точки, т.е. стандартное отклонение, не превышает 10—12% среднего радиуса.

Результаты определения сферичности всех исследуемых конфигураций показывают, что для обоих испытуемых пространства, полученные до обучения, имеют толщину слоя, в котором лежат экспериментальные точки, 27 и 21% соответственно. Фактически это означает, что в этих конфигурациях нет никакой сферичности, т.е. еще раз подтверждается исходная деструктурированность искусственных терминов.

Обучение называть этими терминами цвета сопровождается постепенным формированием в семантическом пространстве сферической структуры. По мере обучения происходит не только формирование цветооппонентной структуры семантического пространства, но и преобразование искусственными названиями евклидовой плоскости в сферическую поверхность.

Анализ сферичности подтверждает, что эти два процесса идут последовательно. На первом этапе формируются две цветооппонентные оси, а по мере повторения и закрепления ассоциативных связей слово—цвет формируется второй этап, когда семантическое цветовое пространство принимает форму сенсорного цветового пространства.

* * *

Семантическое пространство искусственных цветовых терминов, обозначающих только цветовые стимулы и не связанных между собой другими семантическими связями, в точности соответствует сенсорному цветовому пространству.

Сходство семантического пространства искусственных цветовых названий и семантического пространства простых естественных цветовых названий подтверждает исходную гипотезу, что в семантике последних доминирует специфическая сенсорная составляющая, т.е. апертурный цвет.

УДК 519.95+159.95

ПРОБЛЕМЫ И КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПАРТНЕРСКИХ СИСТЕМ

В.С. ПЕРЕВЕРЗЕВ-ОРЛОВ

Около 30 лет назад У.Эшби предложил идею усиления интеллекта генерацией и отбором перспективных гипотез, а О.Селфидж — идею устройства центрального элемента усиливающей системы — смыслового селектора. И то и другое направления в то время, естественно, связывали с перспективами автоматического обучения программных систем распознаванию образов. Однако уже в конце 70-х годов стало ясно, что можно всерьез говорить о создании практического усилителя интеллектуальных возможностей человека как о самостоятельном направлении работ.

При этом возникал вопрос: какая область приложений является наиболее перспективной для подобных интеллектуальных систем? В качестве такой области нами была выбрана медицина, сочетающая вековые традиции, неизменность объекта и целей, теории, опыт, интуицию и необходимость непрерывного творческого поиска. Усилитель интеллектуальных возможностей был назван нами "партнерская система" (ПС).

Исходно ПС замышлялась как комплекс из двух систем, одна из которых (аналог существующих экспертных систем) в диалоге с пользователем должна получать и накапливать информацию об исследуемых ситуациях, а также формировать гипотезы относительно этих ситуации на основании заложенных в нее знаний, а вторая — использовать накопленные данные для поиска закономерностей, с помощью которых первая система могла бы формировать гипотезы.

Это было обусловлено тем, что пользователь для сбора данных и формирования решений вполне мог обойтись сравнительно небольшой ЭВМ, для анализа же данных и поиска закономерностей необходимы были более мощные стационарные ЭВМ. Однако в настоящее время появились реальные возможности совмещения в одной персональной ЭВМ функции сбора, анализа данных, поиска закономерностей и применения их для формирования решений.

Концепция партнерской системы

На вопрос, что такое усиление интеллектуальных возможностей, можно отвечать по-разному. Однако представляется принципиальным, чтобы с помощью системы, претендующей на роль усилителя, пользователь мог приобретать качественно новое знание, совершая в какой-то мере открытие.

С этой точки зрения широко известные эспертные системы (ЭС) не являются усилителями интеллекта или, во всяком случае, являются ими не в большей мере, чем справочники, несущие в себе уже существующее, но неизвестное данному пользователю знание.

ПС задумывалась как инструмент исследователя, работающего с плохо организованными, слабо формализованными знаниями и данными. Этот инструмент должен позволять исследовать задачи, знание о путях решения которых вообще отсутствует, — "сложные задачи". В этом смысле ПС должна быть развивающейся системой, которая "впитывает" знания и опыт специалиста, взаимодействующего с ней, выдвигает новые гипотезы, исследуемые и верифицируемые специалистом , и тем самым развивает специалиста и стимулирует его к постановке и решению новых задач.

Конечно, было бы абсолютно несерьезно говорить, что уже понято, как реализовать ПС для решения произвольных сложных задач.

В наших исследованиях нас интересовали лишь те из сложных задач, которые возникают в ситуациях, где незначительна роль теорий, но важны неформализованный опыт, интуиция и творческая потенция исследователя. Именно такие задачи встают перед врачом, сталкивающимся с новой для него медицинской ситуацией.

Характеристики сложных задач и подходов к их решению

Анализ показывает, что решение сложной задачи в наиболее интересном для нас случае связано не с выбором одного из известных методов, а с разработкой новых методов, ранее неизвестных в этой области. При этом нет ясности в вопросах, какая информация может потребоваться и как ее использовать для решения задачи.

Для конкретизации возникающих здесь проблем мы исследовали профессиональные задачи, возникающие пе-

ред врачом высокой квалификации, когда он встречается с не ясным ему случаем.

Исследование нескольких таких задач показало, что в них специалист сталкивается с исследовательскими ситуациями, когда очень важной оказывается роль субъективизма его восприятия этих ситуаций, важных для описания их характеристик и оценок этих характеристик.

Оказалось, что:

— классификации анализируемых объектов могут быть неточны;

— требуется введение в описания значительной избыточности, приводящей к тому, что количество рассматриваемых признаков может в десятки раз превосходить количество анализируемых объектов (ситуаций);

— оценки этих признаков (характеристик) могут быть сильно зашумлены, смещены или вовсе отсутствовать;

— для представления величин таких признаков-характеристик достаточно грубо шкалированных оценок.

В типичном случае в начальной фазе решения сложной задачи оказывалось пять-восемь классов, два-три десятка исследуемых объектов на класс, которые характеризовались числом признаков порядка сотен, причем, как правило, признаки имели три-четыре значения. При этом многие из них (как правило, различные у разных объектов) оказывались неопределенными. Доля неопределенных признаков в разных задачах колеблется в широких пределах, достигая двух третей и более от общего числа признаков.

Такие особенности сложных задач (а они характерны не только для медицины) свидетельствуют о том, что для их эффективного решения необходимо создать принципиально новые методы извлечения знаний из плохо организованных данных.

В основу разработки таких методов нами были положены достаточно общие гипотезы:

1) для ситуаций, принадлежащих к одному классу, общей является внутренняя причина, порождающая внешние ее проявления в многообразии доступных наблюдению признаков (свойств, характеристик). При этом характер связи внутренней причины и ее внешних проявлений неизвестен, но взаимосвязь внешних проявлений специфична для каждой данной причины и различна для разных причин;

2) наилучшими из известных (при описанной специфике решаемых задач) методами поиска закономерностей

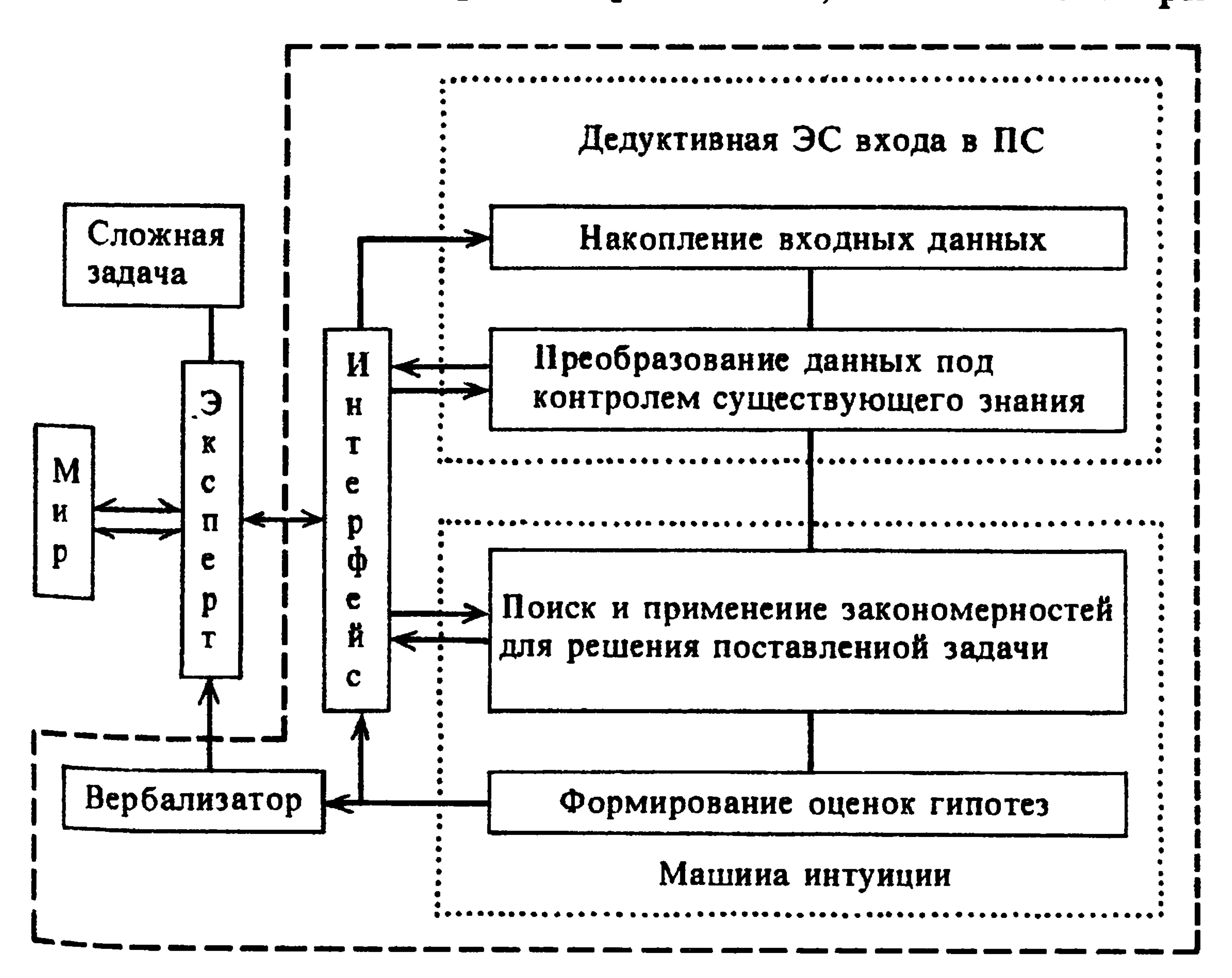
являются методы автоматического распознавания образов;

3) для повышения эффективности решений сложных задач необходимо наряду с исходными описаниями (признаками, характеристиками) максимально использовать знания специалиста в решении им других задач, которые, возможно, могут быть полезны при решении данной задачи.

Блок-схема партнерской системы
Партнерские и экспертные системы

На приведенном ниже рисунке модулями "Мир", "Эксперт" и "Сложная задача" условно показана обычная ситуация постановки и решения некой задачи. Все остальное на рисунке — ПС, рассматриваемая нами как новая фаза в развитии экспертных систем и включающая следующие модули: "Интерфейс" для взаимодействия с экспертом ; "Дедуктивная ЭС входа в ПС"; "Машина интуиции"; "Вербализатор".

Первые три модуля ПС уже реализованы в виде действующих прототипов, что же касается четвертого — "Вербализатора", то над ним работа только началась. Нельзя сказать, что мы полностью удовлетворены достигнутыми параметрами прототипов, но зато экспери-



менты с ними определили направлёния дальнейшего совершенствования ПС, о чем будет сказано несколько ниже.

Как известно, ЭС сейчас переживают критический момент своего развития. Хорошо зарекомендовавшие себя ЭС — так называемые ЭС первого поколения (ЭС-1) — оказались пригодными лишь в тех проблемных областях, где для решения практических задач имелось необходимое формально представляемое знание. В этих областях ЭС-1, являясь дедуктивными, выступают в качестве электронных справочников, принося несомненную пользу.

Но есть много областей человеческой деятельности, в которых опыт и интуиция преобладают над формализованными знаниями. Естественно, что в этих областях ЭС-1 оказались совершенно непригодными, заставив разработчиков ЭС задуматься о системах второго поколения — ЭС-2, моделирующих способность человека рассуждать в предположении, что эта способность реализуется в рамках некой индуктивной логической теории.

Нам представляется, что в таком подходе содержится принципиальная ошибка.

В нашем представлении человеческое внешне логическое (т.е. разумное) рассуждение вовсе не служит поиску решения задачи, а выполняет лишь роль объяснения интуитивно найденного решения.

Если этот тезис верен, то моделировать способность человека решать сложные задачи и, следовательно, выйти за пределы возможностей ЭС-1 можно, только лишь смоделировав механизмы интуитивного поведения человека. В то же время ясно, что интуиция основывается на знании, в том числе на опыте, позволяющем представлять в известном неизвестное.

В ПС воспринятая от эксперта информация сначала отображается в систему существующих у него представлений — именно эта функция реализуется ЭС входа в ПС. После того как описание анализируемой входной ситуации спроецируется на знание эксперта, заложенное в ПС, оно подвергается анализу в машине интуиции, формирующей решение за пределами компетенции эксперта.

Экспертная система входа

В состав ЭС входа входят два блока: диалоговая система получения и накопления исходных данных об анализируемой ситуации и преобразователь данных под

контролем знаний, осуществляющий правильные с точки зрения эксперта преобразования описаний входной ситуации.

Первый из этих блоков — гибкая легко перенастраиваемая на различные проблемные области программная система, позволяющая эффективно организовывать диалог с пользователем (экспертом) и формировать описание интересующей его ситуации.

В соответствии с характером рассматриваемых задач входные данные для ЭС входа — это преимущественно оценки человеком анализируемых ситуаций, причем сравнительно грубые (не более чем с пятью—восьмью градациями каждая).

Другой особенностью входных данных является их обилие. Так, в рассматривавшихся нами задачах количество одновременно анализируемых характеристик свойств объекта или ситуации может достигать двух-трех тысяч при среднем их количестве порядка трех-четырех сотен. Такое изобилие объясняется тем, что при постановке сложной задачи ее формулировка сама является объектом непрерывного уточнения, и только избыточность входных данных может исключить необходимость сбора данных заново каждый раз, когда происходит очередное изменение постановки.

Блок преобразования данных под контролем знаний в реализованной системе предназначен для использования знаний в двух формах: 1) в "синдромной" — нестрогой конъюнкции "симптомов" (характеристик); 2) в виде линейных функций.

Синдромом обычно называется конъюнкция симптомов, в качестве которых рассматриваются интервальные значения каких-либо величин. Однако в проблемных областях с нестрогим и неполным знанием понятие "синдром" обобщается: синдром считается имеющим место, если рассматриваемый объект содержит не менее К-й части общего числа входящих в синдром симптомов.

Необходимо отметить, что правило продукции "Если..., то...", являющееся основной формой представления знаний в ЭС, — частный случай синдромной зависимости.

Синдром можно считать новым признаком, величина которого определяется долей обнаруженных симптомов.

Важно подчеркнуть, что в отличие от ЭС мы не используем средства автоматического вывода для получения новых синдромных закономерностей, поскольку при допустимой нестрогости базовых закономерностей синтез из

них новых закономерностей может привести к непредсказуемым погрешностям. В базе знаний блока преобразования данных лежат только подтвержденные экспертом конструкции.

Линейные связи внутри входных данных (в частности, регрессионные) ищутся с помощью специальных инструментальных средств в фазе подготовки базы знаний ПС.

Машина интуиции

Машина интуиции (МИ) состоит из двух блоков, реализующих поиск и применение новых закономерностей, а также формирование решения.

Блок поиска и применения новых закономерностей фактически распадается на блоки поиска закономерностей и применения найденных закономерностей. Такое разделение оправдано тем, что поиск новых закономерностей связан с накоплением экспериментальных данных и их анализом с участием эксперта (а при необходимости и когнитолога), а применение найденных закономерностей включено в процесс текущего оценивания исследуемой экспертом ситуации и происходит в реальном масштабе времени.

Базовым типом закономерностей в реализованной ПС являются связи между градациями входов и выходов преобразователя данных в ЭС входа и рассматриваемыми в задаче вариантами исходных гипотез. В качестве модельного представления указанных связей используются весовые матрицы информативности.

Выходные данные ЭС входа в каждый момент диалога с экспертом задают некое подмножество закономерностей МИ, определяемых на этих данных, — весовых матриц информативности. Эти матрицы затем поэлементно суммируются, формируя матрицу потенциала анализируемой ситуации. По матрице потенциала производится расчет правдоподобия рассматриваемых гипотез относительно анализируемой ситуации.

Свойства партнерской системы

Устанавливаемые закономерности, т.е. соответствующие им матрицы информативности, составляют базу знаний МИ.

Знания в такой форме мы называем неявными в отличие от явных, используемых в модуле преобразования

под контролем знаний. Неявные знания позволяют строить в МИ неявную модель сложной задачи.

Неявность этой модели заключается в следующем. Каждая из матриц закономерностей, характеризующих ситуации, рассматриваемые в решаемой задаче, является элементарно простой. Однако в своей совокупности они позволяют решать сложные задачи эффективным образом и в то же время порождают не воспринимаемую сознанием исследователя неявную модель явления.

В соответствии с этим ЭС входа в ПС может рассматриваться как модель сознательного, а МИ — как модель бессознательного.

Но не только это формальное соображение позволило нам использовать при разработке ПС термин "Машина интуиции". Мы решились на это, убедившись, правда, в немногих пока экспериментах, что поведение распределения оценок, формируемых МИ в реальных ситуациях, где их можно сравнивать с интуитивными представлениями человека, весьма близко к таким представлениям и "естественно разумно".

Общее количество закономерностей, учитываемых в МИ, может достигать десятков тысяч. Однако в реализованной версии ПС максимальное число используемых закономерностей не превышает нескольких сотен. В противном случае время формирования решений выходит за пределы нескольких секунд, что ведет к замедлению активного диалога, когда следующий задаваемый эксперту вопрос определяется тем распределением весов гипотез, которое сформировалось в МИ на основании ранее полученных ответов.

Преодолеть это затруднение можно путем создания спецпроцессора МИ, распараллеливающего вычисления закономерностей перед суммацией их "голосов" в блоке формирования оценок гипотез.

Наряду с интегральными оценками правдоподобия гипотез матрица потенциала представляет собой новое "кодовое" описание анализируемой ситуации, позволяющее, во-первых, выдвигать качественно новые гипотезы относительно группировки по сходству анализируемых ситуаций в пространстве потенциалов, структурированном новым знанием, и, во-вторых, оценивать принадлежности этих ситуаций к новым, возможно, еще неизвестным классам.

Принятие решения по матрице потенциала является практической реализацией "демонов Селфриджа". Это

обстоятельство, выражающееся в способности рассмотренной схемы отличать "своих" от "чужих" (где "свои" — это те объекты, для которых формировалось новое знание в поставленной задаче, а "чужие" — все остальные, позволяет применять эту схему в ситуациях, где число классов может быть неограниченно большим (например, в медицине число устанавливаемых диагнозов превосходит 10000 и непрерывно увеличивается).

Наконец, качество принимаемых по потенциалу решений плавно меняется в зависимости от полноты информации об анализируемой ситуации, что позволяет в ряде случаев получать качественные решения при неполной и нестрогой информации. Неполнота и нестрогость могут быть связаны с отсутствием части информации, ее недополучением к моменту принятия решения, зашумленностью описаний, их субъективностью и даже физическим разрушением части информации в ЭС входа или в МИ.

Направления развития партнерской системы

Реализованная нами ПС еще достаточно скромна и в каком-то смысле партнерской может называться условно.

Так, во-первых, в виде единой программной системы реализована пока только часть ПС (которую, по-видимому, более правильно называть "советчиком"), связанная с применением уже найденного знания (явного в ЭС входа и неявного в МИ). Что же касается самого процесса поиска нового знания на основе анализируемых данных, то эти программы пока автономны.

Во-вторых, если принципиальные, алгоритмические, программные и архитектурные проблемы в отношении "советчика" как модуля ПС в значительной степени решены и отработаны, то работы по извлечению знаний и их верификации на эмпирических данных находятся еще в начальной фазе. Это направление представляется исключительно важным, так как извлечение знаний в обсуждаемом случае связано с ситуациями, когда эксперт не знает, что именно важно для решения стоящей перед ним задачи. И именно это принципиально отличает инструментальные средства для ПС от средств, которые имеются на рынке ЭС.

В-третьих, необходима глубокая проработка проблем "интерфейса специалиста с ПС". В целом то, что ПС оказывается в каком-то смысле умнее ее партнера, приводит к появлению проблем, с которыми при разработ-

ке интеллектуальных систем еще не сталкивались. Фактически эти проблемы связаны с необходимостью наделения ПС чувством такта, и есть основания думать, что без их решения на должном уровне неизбежна угроза судьбе будущих ПС.

В-четвертых, построение ПС именно как персональной системы с необходимостью требует создания специального параллельного процессора ПС, который позволил бы довести число эффективно используемых в МИ закономерностей примерно до десятка тысяч, а не нескольких сотен, как сегодня. Выполнение этого требования предполагает увеличение производительности процессора ПС примерно в 1000 раз по сравнению с процессорами массовых персональных ЭВМ.

Наконец, в-пятых, как уже отмечалось выше, мы только приступаем к разработке проблем вербализации неявного знания, используемого в МИ. В общих чертах вербализация понимается нами как отображение неявной модели мира в задаче, решаемой специалистом, в систему его представлений (при обязательном развитии этих представлений до необходимого уровня). Именно так понимаемая вербализация является, по нашему мнению, той целью, к которой должны стремиться разработчики систем формирования объяснений и/или обоснований для экспертных систем.

Сеть партнерских систем. Интеграция знаний

Пара "эксперт—ПС" является очень интересным объектом. Если рассмотреть взаимоотношения в ней в динамике, то можно выделить следующие фазы:

1) постановка задачи: эксперт что-то знает, ПС не знает ничего;

2) решение задачи: ПС учится, эксперт оценивает;

3) решение найдено: ПС знает решение, эксперт не знает;

4) применение решения: эксперт моделирует в своем подсознании неявную модель решения, полученную ПС;

5) вербализация решения: эксперт строит "теорию" неявного решения ПС, которую в явном виде можно заложить в ПС, подготовив ее тем самым к постановке и решению более сложных задач.

Нетрудно видеть, что в первой и последней фазах эксперт владеет знанием, которое может распространяться принятыми способами языковой коммуникации. В треть-

ей и четвертой фазах новое знание есть, но поскольку оно не воспринято или еще не осознано экспертом, то является принципиально внутренним знанием пары "эксперт—ПС".

Понятно, что раньше или позже интуитивное, несформулированное знание становится явным. Однако в зависимости от сложности задачи, в которой такое знание получено, между моментами формирования и вербализации могут пройти многие годы. (В частности, неявное знание может погибнуть вместе с его носителем, так и не став достоянием других людей.)

Можно предположить, что распространение ПС внесет в эту извечную проблему новое качество, поскольку ПС, являющаяся носителем знания, в отличие от человека доступна для внешнего изучения содержащейся в ней информации. В том числе это относится и к машине интуиции, где новые знания содержатся в форме неявной лишь для человека. По сути, эти знания совершенно формальны и могут исследоваться формальными методами.

Из сказанного следует, что по отношению к разным партнерским системам может быть поставлена (и не видно оснований, чтобы была неразрешима) задача формального согласования и обмена скрытыми от пользователя знаниями, содержащимися в этих ПС. Таким образом, наличие ПС позволяет организовать еще один канал коммуникации между людьми, который дает возможность использовать интуитивное неосознаваемое знание других. Этот канал качественно отличается от обычных каналов языковой коммуникации.

Эскиз архитектуры процессора партнерской системы

Выше отмечалось, что процессор ПС должен быть параллельным. Параллельность необходима, чтобы в реальном масштабе времени обеспечивать преобразование входных описаний анализируемых ситуаций под контролем существующих в данной проблемной области знаний. Затем к размноженным таким образом описаниям применяется множество элементарных закономерностей — "решателей", образующих неявную модель решения — модель интуитивного знания. Наконец, голосование "решателей" позволяет сформировать окончательное решение.

В соответствии с этим архитектура процессора ПС представляется многослойной структурой:

слой 1: буфер для накопления входных данных (так сказать, первый сенсорный уровень);

слой 2: множество преобразователей, каждый из которых связан с необходимыми ему сенсорами первого уровня и с собственным сенсором второго уровня; каждый из этих преобразователей реализует над входными данными какое-либо из известных и принятых в данной проблемной области преобразований;

слой 3: сенсоры второго уровня — детекторов результатов преобразования входных описаний под контролем существующего знания;

слой 4: множество элементарных "решателей", сформированных при анализе данных в процессе решения сложной задачи; выходы "решателей" подключены к соответствующим им сенсорам третьего уровня;

слой 5: множество весовых матриц информативности, активируемых сенсорами третьего уровня для суммации в слое 6;

слой 6: сумматор матриц информативности, т.е. "голосов" элементарных "решателей", — четвертый сенсорный уровень;

слой 7: формирователь итогового решения.

В принципе число слоев может увеличиваться и дальше за счет помещения между слоями 6 и 7 трех слоев, аналогичных слоям 4—6. Теории, показывающей, почему при этом должно происходить улучшение общего качества решения задачи, у нас нет, но в проводившихся экспериментах мы стабильно наблюдали этот эффект.

Эта архитектура напоминает и нейронные сети, и параллельные архитектуры с коммутационной средой. В настоящий момент максимальный интерес представляют вопросы ее практической реализации.

Внедрение партнерской системы

При разработке ПС мы столкнулись с проблемами внедрения, обусловленными тем, что сложные задачи медленно (часто годы) решаются, специфичны по постановке и вначале нужны немногим.

Оказалось, однако, что существует естественный путь преодоления этих проблем, по крайней мере в медицине. Этот путь обусловлен тем, что ЭС входа ПС, которая осуществляет преобразование описаний ситуаций, анализи-

руемых врачом, позволяет автоматически формировать развернутые текстовые описания этих ситуаций и заключения по ним. Такие заключения пригодны для включения в историю болезни. При этом параллельно развивается база данных, которую врач может использовать в своей рутинной деятельности. Спустя некоторое время, втянувшись в работу и привыкнув к взаимодействию с системой, врач может использовать собранные данные для постановки и решения интересующих его проблем, таким образом приступив к созданию собственной партнерской системы.

Этот путь оказался совершенно естественным, и мы надеемся, что сумеем полностью использовать его возможности.

Вместо заключения

Так как работы по созданию ПС ни в коем случае нельзя считать законченными, то завершать эту статью традиционными резюмирующими выводами у нас нет оснований. Вместо таких выводов ниже мы приводим развернутый перечень открытых проблем — "горячих точек" исследований, связанных с разработкой интеллектуальных партнерских систем.

Проблема разноязычия. Знание, передаваемое каким-либо специалистом в форме текстов, в общем случае оказывается искаженным при восприятии его другим специалистом. Эти искажения нарастают при переходе от абстрактно математических и естественнонаучных проблем к проблемам живого. Различия в понимании терминов и стоящих за ними понятий ведут при работе с современными ЭС к ошибкам интерпретации при построении решений и их объяснений. Это разрушает веру пользователей в такие системы и ограничивает возможности их применения кругом ситуаций, где указанные смещения невелики.

С другой стороны, основу экспертного знания составляют не справочные данные и формализмы, излагаемые в публикациях, а опыт, интуиция и умение эксперта эффективно пользоваться данными. Таким образом, собственно экспертное знание является невербальным по своей сути. Именно поэтому передача его языковыми средствами принципиально затруднена.

Подходы к решению проблемы:

— разработка специальных методов профессионального обучения, сближающих профессиональные языки разработ-

чиков и пользователей интеллектуальных партнерских систем;

—развитие имитационных (игровых) методов извлечения экспертных знаний и представлений;

—разработка обучающихся систем, адаптирующихся к языку и интеллектуальным особенностям сотрудничающих с ними экспертов;

— разработка методов психологического анализа структур представлений специалистов и проведение лингвистических исследований по переводу языка одного специалиста на язык другого в рамках одного профессионального языка;

— создание методов согласования баз знаний партнерских систем с учетом разноязычия их создателей;

— создание методов отображения формальных структур партнерских систем на структуры представлений взаимодействующих с ними специалистов (эти методы должны составлять основу построения объяснения решений, формируемых в партнерских интеллектуальных системах).

Проблема развития знания. Развитие знания связано: а) с переводом невербализованных представлений специалиста в вербализованные; б) с развитием его опыта и интуиции; в) с распространением опыта и интуиции специалиста на новые области и задачи.

Подходы к решению проблемы:

— разработка методов постановки и решения сложных задач путем выдвижения эффективных гипотез, базирующихся на методах анализа эмпирических данных, и создания обучающихся систем;

— разработка методов моделирования человеческих способностей к ассоциациям и интуиции;

— разработка критериев приемлемости для человека гипотез, выдвигаемых формализмами партнерских систем;

— разработка принципов построения конструктивных обоснований получаемых решений с учетом критериев их приемлемости для человека.

Психологические проблемы. Уже при разработке первых систем для усиления интеллектуальных возможностей человека-исследователя выяснилось, что существует ряд проблем, связанных с организацией взаимодействия человека с интеллектуальной техникой, в том числе:

— характер постановок решаемых задач: в одних постановках они принимаются пользователями, а в других, казалось бы более многообещающих и важных, отвергаются без сколько-нибудь серьезных мотивировок;

— характер задаваемых системой вопросов, варианты ответов, использование цвета и графики;

— организация процесса объяснения получаемых системой решений;

— автоматизация обучения пользователя эффективному взаимодействию с системой;

— адаптация к индивидуальным особенностям пользователя, его восприятию, предпочтениям в поиске решений и т.п.;

— критерии приемлемости для человека обоснований и объяснений, предлагаемых системой.

Проблема извлечения и интеграции знаний. Инженерия знаний направлена на создание баз знаний ЭС. Процесс извлечения знаний поддерживается специальными приемами интервьюирования эксперта, изучением профессиональной литературы, моделированием решений предлагаемых эксперту задач с помощью специальных программных средств. Все эти приемы направлены на стимулирование критичности эксперта и более полное раскрытие его знания.

Современные технологии позволяют извлекать вербализованное знание экспертов, а иногда — вербализовать опыт. Задача инженерии знаний с точки зрения партнерских систем состоит в разработке методов, способствующих развитию знаний эксперта, а также усилению его интеллектуальных возможностей.

В предельном случае эксперт не знает, как он решает задачу, какие характеристики необходимы для решения, какие отношения между характеристиками будут получены. Эксперт пытается угадывать ответы, выдвигать гипотезы, требующие исследования и проверки. Он, исходя из общей научной культуры, профессиональных знаний и личного опыта, стремится расширить набор вовлекаемых в анализ характеристик и их отношений. При этом эксперт в принципе готов к замене старой научной парадигмы.

Новую технологию предлагается строить на основе методов порождения перспективных гипотез, поиска и анализа взаимосвязей многомерных данных, описывающих проблемные ситуации.

С этим связаны три основные проблемы:

1) создание методов порождения перспективных гипотез из данных, представляемых экспертом, и его знаний;

2) развитие методов работы когнитолога с экспертом по выявлению характеристик, возможно относящихся к существу проблемы, их отношений и организации;

3) проблема интеграции знаний, поступающих из различных источников.

Первая программа требует разработки интерактивных систем для выдвижения гипотез по эмпирическим данным и формализованным знаниям. Эти системы должны позволять эксперту эффективно проверять свои собственные гипотезы путем соотнесения развернутых описаний со смыслом исследуемых ситуаций. При этом имеется в виду, что смысл устанавливается в процессе верификации этих ситуаций.

Обсуждаемые методы должны быть такими, чтобы выдвигались лишь сравнительно немногие, наиболее правдоподобные из возможных гипотез. Это требование равносильно смысловой фильтрации и может быть удовлетворено только при моделировании критериев приемлемости решения для специалиста.

Вторая проблема связана с такой организацией взаимодействия когнитолога с экспертом, когда главным оказывается стремление понять, какими средствами можно помочь эксперту лучше сформулировать задачу, как включить в рассмотрение заведомо избыточную, но, возможно, относящуюся к делу информацию, какие формализмы могут оказаться полезными для представления такой информации и поиска решений и т.п.

Проблема новых архитектур ЭВМ и языков программирования. ЭВМ и языки программирования, используемые для исследований в области ЭС, соответствуют принципам организации знаний, ответственным за процесс построения решения в ЭС.

Переход к использованию невербализованных знаний влечет за собой появление новых языков программирования и новых архитектур ЭВМ.

Направление развития языков и архитектур ЭВМ определяется необходимостью моделирования интуитивного (в первую очередь ассоциативного) уровня познания. Инструментом реализации ассоциативных вычислений может являться явное или неявное моделирование.

Явное моделирование основывается на известных знаниях об ассоциативных процессах у человека. Неявное моделирование использует идеи распознавания образов и методы поиска закономерностей по соответствию между входным описанием ситуации и соответствующим ему решением исследователя.

Оба эти подхода реализуются в параллельных архитектурах и, следовательно, требуют применения параллельных языков.

УДК 159.90+519.95

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАНИЕ

А.И. ЗЕЛИЧЕНКО

Традиционно взаимоотношения психологии как науки, в том числе о естественном интеллекте, и области, получившей название "искусственный интеллект", рассматриваются в основном односторонне. В центре внимания оказывается влияние психологии на развитие компьютерных интеллектуальных систем, моделирующих известные когнитивной психологии (наука о познавательных процессах человека) механизмы. При этом считается, что искусственный интеллект является своего рода бионическим (точнее, "психоническим") направлением. То обстоятельство, что когнитивная психология сама в идеологическом плане базируется на так называемой компьютерной метафоре, уподобляющей когнитивные механизмы принципам функционирования универсального вычислительного устройства, несмотря на свою общепризнанность, как бы упускается из виду. Такое положение задает своего рода "заколдованный круг", когда кибернетическое моделирование интеллектуальных функций на новом уровне воспроизводит старые (хотя не обязательно устаревшие) кибернетические же идеи. Очевидно, что в этом случае говорить об обогащении "искусственно-интеллектуальных" исследований психологическими идеями можно только с большой степенью условности.

Так, в психологии давно уже стало общим местом положение о невозможности плодотворного изучения познавательных психических функций в отрыве от всей системы психической жизнедеятельности. Довольно бурное развитие работ по психосемантике является отражением в научной практике этого общего положения. Однако попытки включения в концептуальный аппарат искусственного интеллекта таких понятий, как "мотив", "намерение", "установка", "смысл", "воля", "психическая энергия", "психическая адаптация" и т.д., не идут существенно дальше декларирования их перспективности. Безусловно, здесь сказывается и отсутствие адекватного математического аппарата — средств моделирования.

Вместе с тем развитие работ по созданию интеллектуальных систем оказывает на психологию не меньшее, а может быть и большее влияние, чем воздействие в обратную сторону. И дело здесь не только в бурном развитии когнитивной психологии на базе принятия компьютерной метафоры.

Развитие психологии как системы знаний постоянно выдвигает вопрос о принципах и путях систематизации психологических знаний. Необходимость такой систематизации определяется рядом причин. Во-первых, обилие психологических направлений и школ привело к ситуации, когда результаты различных направлений трудно даже сопоставить между собой, хотя за этими результатами стоит одинаковая или сходная феноменальная эмпирия. Во-вторых, трансляция психологического опыта (а значит, и проблема профессионального обучения) — а это одна из главных культурных функций психологии как науки — становится чрезвычайно затрудненной. В-третьих, отсутствие системы психологических знаний существенно затрудняет их моделирование, и, таким образом, круг замыкается — психология, несмотря на обилие эмпирических данных и теоретических идей, оказывается неспособной эффективно решать стоящие перед ней задачи идеологического насыщения исследований по моделированию психики, в частности исследований в области искусственного интеллекта. При "смешении языков", давно ставшем в психологии совершившимся фактом, происходит то же, что и при строительстве вавилонской башни, — парализуется работа, уменьшается социальная эффективность как научной, так и прикладной психологии.

Одним из подходов, переводящих задачу "исторического масштаба" — построение системы психологического знания — в практическое русло, может стать использование принципов организации интеллектуальных компьютерных систем (баз знаний, экспертных систем и т.п.) для построения "базы психологических знаний". Такая база могла бы рассматриваться как модель (теоретическая, а может быть, и техническая) системы психологических знаний, отсутствие которой тормозит развитие психологии. Речь не идет, конечно, о всеобъемлющем техническом проекте. По крайней мере для обозримого будущего задача практической реализации может стоять только как разработка более или менее локальных, отраслевых систем. Однако и такая "локальная" постановка задачи выдвигает во многом те же проблемы (причем не только и не столько

технического, сколько принципиального плана), что и "глобальная" постановка создания всеобъемлющей базы психологических знаний. Данная статья посвящена обсуждению некоторых из этих проблем.

Где могут применяться базы психологических знаний

Первый вопрос при разработке проекта технической системы — это вопрос об области применения и требованиях, которым должна удовлетворять система. Базы психологических знаний могут найти применение в различных системах. Прежде всего они могут использоваться в автоматизированных обучающих системах (АОС) при профессиональном обучении психологов. Задача обучения в этом случае состоит в формировании у студента системы знаний, конгруэнтной в некотором смысле структуре знаний в базе. Так как конечная цель профессионального образования состоит в формировании профессиональных умений, на первый план выходят знания о методе. Другие знания, несмотря на, быть может, свою теоретическую значимость "субординированы" знаниями о методе(ах). Специфика современной психологии определяет здесь одно требование.

Абсолютное большинство профессиональных умений психолога недостаточно формализовано или, если угодно, алгоритмизовано. Анализируя то или иное психологическое умение, мы постоянно обнаруживаем, что часто можем сказать, что нужно сделать, но затрудняемся при ответе на вопрос, как это делать. Другими словами, лишь небольшая часть профессиональных умений психолога технологизирована, остальные целиком определяются искусностью профессионала. В этом смысле можно говорить о существовании психологической технологии и психологического искусства. Граница между этими двумя психологиями определена неостро. То, что одни специалисты считают целиком зависящим от искусства психолога, другим предстает в более структурированном виде, т.е. последние видят данный навык более технологичным, хотя обычно и не до конца. Объективно развитие психологии или, точнее, психологической методологии состоит в смещении границы между технологией и искусством в сторону расширения "технологической зоны".

АОС должна быть организована таким образом, чтобы

учитывать частичную структурированность психологических навыков и быть открытой к возможности ее углубления. Другой особенностью знаний о психологических методах является потенциальная множественность их структуры: то, что один профессионал делает так, другой может делать совершенно иначе. Эта особенность также должна учитываться при проектировании АОС.

Другое возможное применение баз психологических знаний связано с построением на их основе психологических информационных систем. Колоссальные объемы психологической литературы без их систематизации в значительной степени теряют свою эффективность как средства профессионального общения. Опосредующим звеном здесь могла бы выступать информационная система. Такая система должна агрегировать информацию, содержащуюся в психологической литературе, и помещать ее в базу знаний. Помимо чисто справочных функций (ответов на запросы о литературе, посвященной той или иной проблематике), информационная система могла бы эффективно использоваться при планировании научных исследований. Для этого база знаний должна быть оснащена подсистемой детектирования состояний противоречивости и неполноты своих фрагментов.

Реальное положение, например, в экспериментальной психологии состоит в том, что исследование разными психологами одного и того же вопроса (например, вопроса о связи между двумя психологическими переменными) приводит к противоречивым (несовпадающим, а часто и взаимоисключающим) результатам. Следствием этого положения явилась распространенность в профессиональной и околопрофессиональной среде мнения, что "психологи в своих эмпирических исследованиях получают то, что хотят получить", которое для многих является основанием для сомнений в правомерности притязаний психологии на статус науки. Вместе с тем целенаправленный анализ подобных противоречий и вскрытие их причин составляют основу нормального развития научного знания. Обнаружение подобных противоречий в принципе вполне возможно в рамках информационной системы. (Подробнее эти вопросы обсуждаются ниже, в разделе, посвященном семантическому анализу.)

Похожее положение существует и с неполнотой знаний.

В психологии встречаются разные виды неполноты. Распространенный пример дает неполнота эмпирической

верификации. Типовая ситуация в психологии состоит в том, что из множества гипотетических эмпирических следствий некоторого теоретического положения реально обнаружена некоторая часть, а в отношении остальных данные отсутствуют. В таком случае система должна самопроизвольно или по запросу указывать на неполноту имеющихся сведений и требовать недостающие знания. Для этого в состав системы может быть включена подсистема, порождающая все эмпирические следствия из знания, имеющего статус теоретического.

Другой вид неполноты возникает, когда при формулировке некоторого положения (знания) используются понятия, не входящие в тезаурус системы. Действия системы в этом случае должны были бы состоять в требовании расширить тезаурус.

Для того чтобы информированная система отвечала перечисленным требованиям, база знаний должна обладать способностью к саморазвитию. Возможный путь организации таких систем — включение в их архитектуру "вопрошателя" — подсистемы, генерирующей вопросы по отношению к каждому фрагменту базы знаний: "Из чего состоит?", "Как это сделать?", "Что такое?" и т.д.

Еще одна область применения баз психологических знаний — это собственно экспертные системы. В практике профессиональной психологии типичной является ситуация, когда психолог обладает практически неформализованной (неструктурированной) информацией об объекте своей профессиональной деятельности и при принятии решений руководствуется исключительно интуицией, аккумулирующей его профессиональный опыт. Таким образом, эффективность психологической работы находится в прямой зависимости от индивидуального опыта психолога. Возможности же использовать в своей работе чужой опыт (в идеале весь накопленный профессиональный опыт психологии) практически всегда либо отсутствуют, либо совершенно недостаточны. Экспертная система, аккумулирующая коллективные профессиональные знания квалифицированных экспертов о ситуации обследования, особенностях объекта и, может быть, личности самого психолога, могла бы оказаться чрезвычайно полезным средством, повышающим точность диагностики и эффективность планирования психотехнических мероприятий. Экспертные системы такого рода могут быть названы прагматико-феноменологическими. Язык запроса в них включает феноменологическое описание случая и прагматическую форму-

лировку запроса (например, "Способен ли такой-то претендент руководить такой-то организацией?").

Подобные экспертные системы должны обладать способностью сопоставлять вводимые в диалог описания с имеющимися в базе, оперировать с неполной информацией и поддерживать диалог на языке, близком к естественному, запрашивая дополнительную информацию или давая промежуточные рекомендации.

Реализация любого из перечисленных проектов требует решения нескольких типов задач: необходимо определить структуру и принципы функционирования базы знаний, в частности способы представления и организации знаний в базе; необходимо определить процедуры наполнения базы знаниями, т.е. определить источники знаний и способы взаимодействия базы с этими источниками; и наконец, необходимо определить способы и процедуры взаимодействия пользователя с системой. Последняя группа задач, очевидно, зависит от типа системы, в состав которой входит база знаний. Отметим, что по меньшей мере для экспертных и обучающих систем процедуры взаимодействия с пользователем далеко не тривиальны и требуют синтеза лингвистических, психолого-педагогических, в частности психотехнических и дидактических, и "искусственно-интеллектуальных" идей.

В данной работе мы сосредоточим внимание на первом круге задач, связанных с определением принципов организации психологических знаний в базе. В первую очередь нас будут интересовать способы представления (репрезентации) психологических знаний.

Язык психологических знаний

Вопрос о форме представления психологических знаний требует прежде всего определения языка, на котором эти знания формулируются. Естественно предположить, что этот язык должен быть подмножеством какого-либо естественного языка. Для вычленения этого подмножества необходимо уметь выделять:

а) лексику языка, т.е. набор слов, участвующих в формулировках психологического знания;

б) синтаксис, т.е. систему правил порождения из лексических единиц предложений и далее более сложных смысловых единиц;

в) семантику, т.е. систему правил для определения "формальной истинности" (не обязательно классической

бинарной — может быть, нечеткой) синтаксических единиц;

г) прагматику, т.е. систему правил для определения "полезности" ("целесообразности") единиц знания.

Определение лексического состава психологического языка если и связано с трудностями, то скорее технического, а не принципиального плана. Действительно, в словарь психологического языка должны войти все лексические единицы, встречающиеся в текстах, которые мы условно считаем психологическими. Если такой набор текстов определен (что является, конечно, не очень простой задачей), то дальнейшее определение лексики осуществимо традиционными и достаточно развитыми методами лексикографии.

Однако если определение лексического состава языка психологических знаний не вызывает принципиальных трудностей, то иначе обстоит дело с определением его синтаксиса и семантики. Принципиальным здесь является вопрос, что считать синтаксическими и семантическими единицами знания. Другими словами, какова структура психологического знания? Ответ на этот вопрос требует проведения своего рода литературоведческого анализа, где объектом анализа является психологическая литература. Другой подход здесь может состоять в конкретно-психологическом анализе структуры знаний конкретных людей о психике, в первую очередь людей, максимально искушенных в предмете, т.е. профессиональных психологов. В любом случае результатом обоих типов анализа должна быть типология психологического знания, имеющая в виду объединение в один тип знаний, формулировки которых имеют одинаковые структуры. Естественно предположить, что типологии такого рода могут быть различными.

Ниже приводится типология, не претендующая на абсолют, но представляющаяся нам приемлемой в качестве первого приближения для определения возможной синтаксической структуры языка представления психологических знаний. Компоненты, входящие в состав конкретных типов знания, требуют в дальнейшем своего раскрытия также на формальном уровне. Этот процесс должен быть продолжен до тех пор, пока на нижнем уровне иерархии не окажутся лексемы или простые синтаксические структуры. В данной работе мы ограничиваемся репрезентацией только одного-трех верхних уровней. Разная степень проработанности формальной структуры различных типов знаний (от довольно подробной схемы модельного знания до очень

лаконичной — прагматического) в приводимой ниже классификации объясняется тем, что мы стремились скорее проиллюстрировать общий принцип, нежели представить фрагмент законченного и не подлежащего изменениям формализма. Работа по анализу структуры психологического знания продолжается и неизбежно будет приводить к модификациям представляемой здесь схемы.

Перед непосредственным изложением типологии необходимо сделать еще одно замечание. Психологическая литература содержит сведения двух родов. Условно их можно назвать рефлексиями первого и второго порядков. Рефлексия первого порядка содержит знания о психике и методах профессиональной работы психолога, прежде всего психодиагностических и психотехнических. Рефлексия второго порядка относится к нашим знаниям о психологии как отрасли, занятой изучением психики. К этому типу знания относятся разнообразные сведения из истории психологии, методологии, философии и т.д. Не принижая значения рефлексии второго порядка, необходимо отметить, что в данной работе мы сосредоточили свое внимание на знаниях, имеющих статус рефлексии первого порядка.

Типология психологического знания

1. Модельное знание. Тип знания характерен для исследований позитивистской направленности. В общем виде в модельном знании можно выделить: язык описания модели, список или способ генерации состояний модели, правила перехода от одного состояния модели к другому.

2. Знание о механизмах. Разновидность или часть модельного знания — правила перехода от одного состояния к другому.

3. Знания о процессах. Также разновидность модельного знания — знания о последовательности сменяющих друг друга состояний.

По существу типы 1—3 являются во многом одним типом, однако в психологической литературе их родственность не всегда подчеркивается. Точно так же не всегда акцентрируется гносеологический характер этих типов знания, т.е. их производность от познавательной активности исследователя.

4. Психотехническое знание. В общем виде этот тип знания может быть формализован как знание о том, что определенное психотехническое воздействие, направленное

на субъект, характеризуемый определенными индивидуальными особенностями и находящийся в определенном состоянии, приводит к определенному эффекту, который, в свою очередь, может быть представлен в виде нового состояния субъекта. В последнее время в литературе часто подчеркивается значимость для психологии именно этого типа знания, вплоть до его примата над другими типами. В принципе с этим мнением можно согласиться, однако при этом необходимо учитывать, что формулировка психотехнического знания требует привлечения знаний других типов.

5. *Знание психологических законов.* Тип знаний, близкий к психотехническому. В общем виде психологический закон можно представить в форме правила перехода от пары описаний актуального состояния и актуальных условий к описанию будущего состояния. Такая формализация психологического закона требует специального акцентирования роли описания актуальных условий, задающих зону применимости закона и ограничивающих его претензию на универсализм. Это обстоятельство особенно важно, так как попытки формулировать закон, не задаваясь вопросом об области его применимости, часто приводили и продолжают приводить к непродуктивным спорам сторонников того или иного закона с его критиками, когда первые отстаивают абсолютную истинность закона, а вторые стремятся опровергнуть его, указывая на прецеденты, когда закон оказывается несправедлив. Как правило, для любого психологического закона такие прецеденты легко отыскиваются, что приводит к появлению экстремистских утверждений о принципиальной невозможности позитивного знания в психологии.

6. *Знание генезиса.* Разновидность знания закона, относящегося к формированию психического новообразования. В общем виде может быть представлено как цепочка переходов от некоторого начального состояния и начальных условий через последовательность промежуточных условий к некоторому конечному состоянию.

Необходимо отметить, что на формальном уровне типы знания 4—6 близки к типам 1—3, отличаясь от них, быть может, большей фрагментарностью. Принципиально все эти шесть типов знания можно было бы рассматривать как один тип. Разделение их в нашей классификации объясняется как традицией, так и тем, что если знания типов 1—3 главным образом являются результатом теоретической активности и объектом эксперимен-

тальной проверки в духе естественнонаучной парадигмы, то знания типов 4—6 по своему генезису скорее эмпирические, берущие начало в наблюдениях и осмыслении практики прикладной психологии (прежде всего психотехнической). Отметим также, что систематизация психотехнического знания только начинается, хотя это направление работы представляется нам едва ли не приоритетным.

7. *Феноменологическое знание.* Знание о том, что наблюдается в психике "непосредственно" — на поведенческом уровне внешним наблюдателем или во "внутренней жизни" при интроспекции.

Этот тип знания является основным для обыденной, или "наивной", психологии, носителем которой является каждый человек. Этот же тип знания, по-видимому, превалирует в произведениях литературы и, шире, искусства, которые принято называть психологическими. Думается, что в "количественном" отношении феноменологического знания значительно "больше", чем теоретического. Вопрос о структуре феноменологического знания существенно осложняется тем обстоятельством, что в значительной мере оно невербально и часто трудновербализуемо. Действительно, многое из наших представлений о психике существует в форме более или менее смутных образов, воспоминаний (обычно фрагментарных) о пережитых чувствах, ощущениях и т.п. Вмете с тем какая-то часть феноменологического знания представима и в языковой форме. Более того, по мере развития психологического (феноменологического) языка удельный вес вербальных феноменологических знаний будет увеличиваться, хотя исчерпывающие вербализованные представления феноменологического знания, по-видимому, невозможны.

Максимальная приближенность феноменологического языка к естественному и, в частности, богатство языковых средств, используемых для описания психических явлений, существенно затрудняют попытки формализации феноменологических знаний. С другой стороны, нам неизвестны работы в этом направлении. Можно предположить, что феноменологическое знание должно характеризоваться сложной, разветвленной, многоуровневой и многовариантной структурой. Однако ее экспликация — дело будущего. Пока мы ограничимся выделением двух подтипов феноменологического знания и не раскрываем структуру описания психического явления.

7.1. *Дескриптивно-феноменологическое.* Знание о том, что такое-то явление появляется при таких-то условиях.

7.2. Теоретико-феноменологическое. Знание о том, что в таком-то явлении проявляется определенная совокупность теоретических конструктов (свойств, состояний, процессов и т.п.).

8. Знание о свойствах. Чрезвычайно важный и распространенный тип знаний о свойствах психических объектов. Этот тип знания является одним из ведущих в дифференциальной психологии и психодиагностике. Можно выделить два подтипа знаний о свойствах — дефинитивное и статистическое.

8.1. Дефинитивное знание. В первом подтипе выделяются три разновидности дефиниций (способов определения) свойств.

8.1.1. Конструктивные определения, состоящие в том, что свойство психических объектов определенного вида определяется как то, что ответственно за различение конкретных пар объектов этого вида.

8.1.2. Феноменологические определения, состоящие в том, что задается шкала выраженности свойства, причем определенной выраженности свойства соответствует наличие определенной совокупности психических феноменов.

8.1.3. Логические (рекуррентные) определения, состоящие в том, что свойство определяется как логическая функция (может быть, с кванторами) других свойств.

8.2. Статистическое знание о свойствах. Статистическое знание о свойствах, получаемое в результате эмпирических и в основном экспериментальных исследований, относится к знанию статистических взаимосвязей между разными свойствами. Формально с максимальной полнотой оно может быть сформулировано следующим образом: для определенной популяции и определенных методов измерения выраженности группы свойств связаны между собой определенной функциональной связью (практически всегда вероятностной).

9. Прагматико-прикладное знание. Этот тип включает знание о првилах "перевода" постановок прикладных задач на язык психологии. Общественная практика выдвигает перед психологией разнообразные задачи. Как правило, эти задачи исходно сформулированы на языке той области практики, от которой идет запрос (смежных наук, идеологии, организаторов производства, военных и т.п.). Чтобы работать с этими запросами, психология должна перевести их на свой язык. Знания, необходимые для такого перевода, мы называем прагматико-прикладными. В общем виде структуру знаний такого вида

можно определить как соответствие требований практики психологическим условиям их удовлетворения.

10. Знание о методах. Очень важный, может быть центральный, тип психологических знаний о структуре, функциях и качестве применяемых в научной и прикладной психологии методов решения стоящих перед психологией задач. Можно выделить три разновидности такого знания.

10.1. Структурное знание о методе. Знание о структуре (способах временной и логической взаимосвязи) действий, образующих метод. По-другому этот тип можно назвать знаниями, описывающими метод. В простейшем случае такое описание содержит просто последовательность шагов (этапов),выполнение которых необходимо при реализации метода. Каждый из шагов может называться или, если для этого есть необходимые знания, описываться. Таким образом, в идеале знание о структуре метода представляет собой иерархическую структуру описаний его элементов, усложненную наличием связей между элементами одного (горизонтальные связи), а иногда и разных (диагональные связи) уровней.

10.2. Функциональное знание. Это знание о том, какие задачи позволяет решать данный метод. В общем виде структура этого типа знания включает, кроме названия метода, объекты и условия применения метода, а также характер получаемого результата.

10.3. Знание о качестве метода. В общем виде этот тип может быть представлен как знание о том, что с точки зрения такого-то критерия результат такого-то метода, применяемого к таким-то объектам в таких-то условиях, характеризуется таким-то качеством. Конкретизация категории объектов и условий применения метода может варьироваться в значительных пределах. На практике ограничения часто накладываются очень незначительные, что приводит к декларациям неоправданного универсализма метода. В качестве примера знания о качестве метода можно привести знание психометрических характеристик (например, валидности или надежности) психодиагностических тестов.

11. Морфологическое знание. Это знание о составе объектов психологического знания. Возможны две формы этого знания с условной границей между ними: а) один объект есть часть другого объекта; б) один объект есть элемент другого объекта. Термином "элемент" здесь подчеркивается не столько дальнейшая неразложимость пер-

вого объекта, сколько дискретная природа второго (или, точнее, наших представлений о нем). Морфологическое знание отражает аналитическую тенденцию многих психологических подходов, т.е. тенденцию изучать объект, расчленяя его. Специфика объектов психологического знания определяет по крайней мере три возможных способа членения: выделение динамических единиц (действий, операций, процессов и т.п.); временное членение, т.е. выделение временных срезов — состояний объекта в конкретный момент или, точнее, в фиксированный временной интервал; пространственное (квазипространственное) членение, когда в объекте выделяются его составные части, присутствующие в нем одновременно, причем исследователь абстрагируется от их динамики (образы, представления, ценности, установки дают примеры квазипространственных "частей психики").

12. Структурное знание, являющееся обобщением морфологического знания. Структурное знание отражает попытки использовать в психологии системный подход, конкретно — структурно-функциональный метод анализа систем (психических). Структурное знание содержит в себе морфологическое, но дополняет его знанием взаимосвязей (отношений) между частями или элементами анализируемого объекта.

13. Функциональное знание. Этот тип знания отражает другую сторону стремления использовать в качестве общеметодологического принципа системный подход. В общем виде функциональное знание может быть представлено как знание о том, что одна система выполняет по отношению к другой определенную функцию. При этом сами системы могут быть как одной природы, так и разной (например, одна психическая, другая социокультурная или одна психическая, другая физиологическая и т.д.). Если обе системы имеют одинаковую природу, то одна из них может входить в другую (быть ее подсистемой), например психика и восприятие, но такого вхождения может и не быть (например, интеллект и воля). В случае когда одна система входит в другую, можно говорить о том, что функциональное знание содержит в себе фрагменты структурного. Необходимо отметить одну особенность определения систем, входящих в формулировки функционального знания, которая не всегда эксплицируется, но часто делает функциональное знание во многом тавтологичным. Имеется в виду случай, когда единственным определением одной из систем, входящих в форму-

лировку, является "это то, что выполняет для другой системы такую-то функцию". Такие тавтологии, часто незаметные на первый взгляд, но проявляющиеся при последовательном раскрытии содержания знания, оказываются очень распространенными для функционального знания.

14. Классифицирующее (родо-видовое) знание. По своей форме этот тип знания напоминает морфологическое. Разница между ними в том, что если в морфологическом знании устанавливается отношение вхождения одного психического объекта в другой, то в классифицирующем знании устанавливаются родо-видовые отношения между объектами: один объект является разновидностью другого объекта.

Взаимосвязи между разными типами знания

Выделенные типы психологического знания, конечно, не являются изолированными друг от друга. Между ними существуют определенные взаимосвязи, определяющие порождаемую совокупностью психологических знаний систему. Остановимся на этом вопросе несколько подробнее.

Для начала раскроем содержание знания, которое мы назвали "описание модели". Описание модели в общем виде может включать следующие компоненты.

I. Имя объекта моделирования.

II. Описание окружения (среды, в которой существует объект моделирования) — от простого наименования до сложных моделей среды.

III. Перечисление составных частей объекта моделирования (для структурных моделей).

IV. "Матрица взаимосвязей" между элементами модели (объектом моделирования, его частями, средой, ее компонентами),задаваемая в общем виде как набор предикатов (одно-, двух- или многоместных), может быть, "нечетких", многозначных и т.д. В простейшем случае размерность матрицы может быть 2×2 — наборы свойств объекта и среды и двухместные предикаты связи между ними.

При таком формализме описания модели становится очевидным, что морфологическое, структурное, классификационное, в какой-то мере функциональное знания, а также знание о свойствах просто задают язык описания модельного знания. О связи с модельным знанием знания о законах, о генезисе и в какой-то мере психотехнического речь шла выше. Таким образом, мы можем сжать

классификацию психологических знаний на верхнем уровне до четырех типов: модельного (его можно назвать и теоретическим), феноменологического (более широко этот тип можно назвать эмпирическим), прагматического и методического. Между этими четырьмя типами знания существуют разноплановые взаимосвязи.

На примере феноменологических определений психических свойств и теоретико-феноменологического знания можно проследить характер взаимосвязей между модельным и феноменологическим знаниями. Он типичен для соотношения между теоретическим и эмпирическим знаниями. Теоретическое знание является способом осмысления и систематизации эмпирического, а эмпирическое — средством верификации и развития теоретического знания. Теоретическое знание определяет области возможных и невозможных в рамках соответствующей модели феноменов, причем обнаружение невозможных феноменов указывает на необходимость пересмотра (развития) теоретического знания.

В отношенях между методическим и прагматическим знаниями можно отметить, что, по сути дела, прагматическое знание определяет цели метода — критерии оценки потенциального результата применения метода. С другой стороны, знание о методе задает язык описания психологических условий, отвечающих прагматическому запросу. Действительно, нет смысла стремиться к недостижимому результату, для получения которого неизвестен метод.

Мы не будем останавливаться на связях между методическим, с одной стороны, и модельным и феноменологическим знаниями — с другой. Отметим только, что модельное знание в значительной степени задает язык описания метода, а феноменологическое позволяет верифицировать валидность метода. Укажем также и на то, что выделенный нами тип "психотехническое знание" опосредует связь между модельным знанием и знанием о такой важной группе методов, как методы психотехники.

Проблема "смешения языков"

Разноплановость концептуальных систем и разнообразие психологических языков создают значительные трудности при построении сколько-нибудь универсальной системы психологического знания. В принципе можно наметить два подхода к преодолению этих трудностей. Первый связан с построением мета-языка, позволяюще-

го переформулировать знание с языка одного подхода на универсальный мета-язык и в рамках этого мета-языка сопоставлять различные по концептуальному строю знания.

Второй подход состоит в разработке системы для непосредственного перевода (переформулировки) знания с одного концептуального языка на другой.

Несмотря на кажущуюся естественность, второй подход сталкивается с рядом препятствий при попытках его реализации. Во-первых, концептуальные схемы различных психологических направлений зачастую оказываются бедными и не позволяют переводить многие знания с языка на язык — перевод получается слишком далеким от оригинала. Во-вторых, естественно, совсем уж невозможным оказывается перевод знаний с языка специалистов в одной отрасли психологиии на язык, принятый в другой области. Так, знания когнитивной психологии оказываются практически непредставимыми на языке психологии личности. И наконец, в-третьих, как отмечают многие современные исследователи, одни теоретические направления в процессе своей практики порождают такие явления, которые невозможны для других направлений. Например, вследствие использования системы специальных психотехнических приемов для клиента гештальт-терапевта характерна совсем другая картина психической жизни, чем для клиента ортодоксального психоаналитика.

Здесь важно отметить, что речь идет не о различном видении своего клиента разными терапевтами, хотя это также имеет место, а именно (и это специфично для психологического знания) о различиях в феноменальных проявлениях психического.

Перечисленные трудности "непосредственного перевода" определили наше предпочтение мета-языкового подхода. В качестве мета-языка выступают, во-первых, язык описания феноменологических знаний, как в наибольшей степени независимый от теоретических воззрений, лежащих в основе формулировок знания (здесь, конечно, в первую очередь речь идет о дескриптивно-феноменологическом знании), и, во-вторых, универсальные синтаксические структуры, иерархические по своему строению, для формулирования всех типов знания.

Верхние уровни этих структур были эксплицированы выше.

Универсальные синтаксические структуры создают основу для проведения синтаксического, а отчасти и семантического анализа. Вместе с тем, для того чтобы оба вида анализа можно было реально осуществить, эти структуры должны быть дополнены определенными системами процедур. В случае синтаксического анализа такие процедуры должны быть направлены на идентификацию по тексту фрагментов знания, имеющих самостоятельное значение, и определение их статуса с точки зрения синтаксической структуры (например, объект метода, свойство, воздействие и т.п.). В принципе такой анализ может проводиться в двух направлениях — "сверху вниз" и "снизу вверх", т.е. от дискурса и макроструктуры текста к лексемам и в противоположном направлении.

Анализ состояния современных работ по автоматизированному синтаксическому анализу позволяет прийти к выводу, что разработка подобной системы правил является задачей трудной, но не неразрешимой. Правда, в случае психологических текстов синтаксический анализ, понимаемый таким образом, осложняется тем обстоятельством, что в этих текстах часть информации, относящаяся к наполнению синтаксической структуры, может быть представлена только в имплицитной форме (подразумеваться), а часть — вообще отсутствовать. Так, например, ряд базисных положений в теоретических схемах (моделях) часто в явном виде не присутствуют в тексте, а такие знания, как условия применимости метода или условия справедливости закона, вообще отсутствуют из-за того, что методу или закону приписывается универсальный характер (см. выше).

Вместе с тем задача синтаксического анализа может быть существенно упрощена, если он проводится в интерактивном режиме "человек—машина", если система формулирует к эксперту запрос с возможными вариантами ответа, из которых нужно выбрать один или ввести новую альтернативу. Хотя такой способ "накачки" системы знаниями является менее экономичным по сравнению с полностью автоматизированным анализом текста, в некоторых приложениях, не связанных с чрезмерно большими объемами информации, он может оказаться приемлемым. Возможны и различные комбинированные подходы, когда часть анализа производится в автоматизированном, а часть — в интерактивном режиме.

Особенность процедур семантического анализа в рассматриваемых системах заключается в том, что они направлены на проверку не столько истинности нового текста, сколько непротиворечивости всей базы знаний при включении в нее новых знаний. В случае обнаружения противоречий информация об этих противоречиях должна сообщаться пользователю, с тем чтобы он организовал специальную работу по снятию этих противоречий. В принципе эта работа может строиться по-разному. Можно, например, отыскивать фрагменты знания, неистинные сами по себе. Чаще, однако, целесообразнее является надстройка или перестройка теоретической модели, в частности расширение концептуальной системы.

Детектируемые в семантическом анализе противоречия могут иметь разную природу. Особенно распространенными и важными представляются следующие два типа.

Противоречие между модельным и феноменологическим знаниями. Мы уже отмечали, что модельное знание порождает феноменологическую область, согласованную с данной моделью. Эту феноменологическую область составляет группа эмпирических фактов, объясняемых (если они установлены) и прогнозируемых (если они еще не установлены) данной моделью. Аналогично можно говорить о том, что модель также определяет группу фактов, противоречащих модели, — область противоречий и группу остальных фактов, безразличных по отношению к модели, — нейтральную область. Если в базе появляется феноменологическое знание из области противоречий или модельное (уточняющее или альтернативное) знание, сужающее согласованную область таким образом, что установленные факты переходят из нее в область противоречий, то можно говорить о детектировании противоречий между модельным и феноменологическим знаниями. Похожий тип противоречий возникает и внутри прагматического знания, когда добавляется знание о прецеденте, удовлетворяющем требованиям практики, но не удовлетворяющем известным психологическим условиям или, наоборот, не удовлетворяющем требованиям практики, но удовлетворяющем психологическим условиям. Сходный тип противоречий возможен и внутри методического знания в случае, когда, например, использование метода приводит к результату, отличному от планируемого, в частности, если качество результата в смысле какого-либо критерия оказывается ниже, чем это должно быть согласно знанию о качестве метода.

Внутритеоретические противоречия. Это традиционный для формальных систем тип противоречий, когда в рамках формальной системы выводимы два взаимоисключающих положения. Однако здесь необходимо оговориться, что понятия выводимости и взаимного исключения в случае психологического знания обладают немалой спецификой, состоящей, в частности, в неприемлемости использования строгих процедур вывода и, по-видимому, только в относительной приемлемости нечетких логик. В качестве иллюстрации возникающих здесь сложностей укажем, например, на то, что для объектов психологического знания отношение сходства очень часто оказывается нетранзитивным.

В идеале база психологических знаний должна функционировать таким образом, что включение в нее нового знания автоматически порождает все возможные цепочки следствий, которые одновременно проверяются на противоречивость с другими знаниями базы, т.е. насколько эти следствия не исключают истинности уже имеющихся в базе знаний. Однако недостаточная изученность логики психологического мышления делает на сегодня решение этой задачи невозможным. Препятствия, возникающие здесь, часто оказываются совершенно неожиданными. Например, зависимость достоверности вывода от его глубины часто невозможно описать не только с помощью аппарата классической логики, но и в аппарате вероятностных или нечетких логик. Думается, что при пилотажных попытках реализации баз психологических знаний в обозримом времени приемлемым может быть только акцент на использование интерактивных человеко-машинных процедур с перспективой увеличения доли анализа, выполняемого полностью в автоматизированном режиме.

* * *

В заключение отметим, что разработка баз психологических знаний требует изучения многих вопросов, которые сегодня можно в лучшем случае считать сформулированными, но уж никак не закрытыми. (Проблемы семантического анализа психологических знаний в целом и логика психологического мышления в частности тоже относятся к таким открытым вопросам.) Имея в виду практическую и теоретическую важность работ по созданию баз психологических знаний, мы хотели привлечь внимание читателя к этим вопросам.

УДК 159.939+519.95

ПСИХОДИАГНОСТИКА И НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

А.Г.ШМЕЛЕВ

Из всех психологических дисциплин психодиагностика наряду с когнитивной психологией может быть отнесена к числу наиболее значимых для направления, связанного с разработкой "интеллектуальных" технических систем. Если когнитивная психология призвана обогащать проекты "интеллектуальных" систем принципами организации и переработки знаний человеком, моделирование которых способствует повышению эффективности соответствующих систем, то задачи, стоящие в контексте междисциплинарного взаимодействия перед психодиагностикой, иные. Вообще говоря, можно выделить две группы таких задач.

При проектировании "интеллектуальных" систем (экспертных, обучающих, партнерских и т.п.) одной из наиболее важных оказывается задача организации так называемого человеко-машинного интерфейса, т.е. подсистем взаимодействия с человеком — экспертом или пользователем. Извлечение знаний от экспертов, с одной стороны, и трансляция их абоненту системы — с другой, могут быть эффективными только при учете индивидуальных психологических особенностей партнера системы по "общению". На эффективность могут оказывать влияние состояние, в котором находится человек, общаясь с системой, его мотивация к этому общению, индивидуальные особенности его когнитивной сферы и многое другое. Без подстройки (адаптации) системы к этим особенностям общение с ней может превратиться в тяжелую и неприятную повинность, что, безусловно, не может не сказаться на "потребительских качествах" системы и в конечном итоге на ее судьбе на потребительском рынке. Способность системы к адаптации под пользователя непосредственно определяется составом включенных в нее психодиагностических методик.

Другая функция психодиагностики в подсистемах извлечения знаний определяется тем, что по своей сути любая такая подсистема является психодиагностической, так как извлекаемые знания, вообще говоря, относятся к индивидуальным психическим особенностям эксперта.

Если первую группу задаваемых контекстом междисциплинарного взаимодействия задач можно охарактеризовать как научно-методическую, то вторая группа включает задачи, стоящие перед психодиагностикой как практической отраслью прикладной психологии. Внедрение методов и данных психодиагностики (особенно компьютерной психодиагностики) в общественную практику характеризуется множеством неспецифических особенностей, присущих не только психодиагностике, но и другим современным информационным технологиям. В этом смысле можно говорить, что процессы внедрения прикладной психодиагностики моделируют эти же процессы по отношению к другим информационным технологиям, так как проблемы, возникающие здесь, во многом являются общими. По существу, прикладные психодиагностические системы, например используемые при отборе претендентов на руководящие должности, являются разновидностью экспертных систем. В этом смысле анализ социально-психологических проблем, связанных с их внедрением, представляет интерес не только для организаторов, скажем, психологических служб, но и для всех тех, кто заинтересован в судьбе "интеллектуальных" систем.

Включение психодиагностики в процессы междисциплинарного взаимодействия имеет значение, конечно, не только в плане внедрения ее методов в архитектуру соответствующих технических систем. Сама психодиагностика, становясь компьютерной, приобретает новое качество. Компьютеризация привносит в психодиагностику ряд принципиально новых возможностей как в методическом, так и в социально-организационном плане.

В настоящей статье сделана попытка систематизации социально-психологических и технологических нововведений, связанных с появлением в психодиагностике средств компьютеризации.

Как самостоятельная дисциплина психологическая диагностика сформировалась в начале XX в. под воздействием социального заказа индустриального общества на кабинетную и аристократическую дотоле психологическую науку. Это прежде всего выразилось в экстенсивном распространении психологических тестов — кратких и весьма приближенных испытаний стандартизованного характера, призванных восполнить дефицит высококвалифицированных психологов при определении уровня умственного развития учащихся массовых школ, готовности к службе в армии, уровня развития специальных способ-

ностей, необходимых для эффективной производственной деятельности определенного профиля, при диагностике массовых нервно-психических нарушений и т.д.

В нашей стране в 30-х годах распространение психологических тестов встретило серьезное сопротивление и сверху и снизу — со стороны потенциальных испытуемых. Объективной причиной этого положения явились попытки широкого использования лабораторных тестов с не до конца известными психометрическими свойствами на практике, где тестовым показателям приписывался без достаточных оснований статус "истины в последней инстанции", а на их основании принимались организационные решения. Однако, кроме объективных, у такого сопротивления были и субъективные причины. Тезис о равенстве социальных прав, вульгарно трактовавшийся как тезис о равенстве субъективных возможностей (способностей) людей, входил в массовом сознании в противоречие с объективными различиями в результатах людей по психологическим тестам. Наверху практика применения тестов стала восприниматься как угроза идеологическим приоритетам в кадровой политике. В результате в 1936 г. ЦК ВКП(б) издал постановление "О педологических извращениях в системе Наркомпроса", в котором тестология была фактически объявлена лженаукой, инструментом буржуазной социальной политики. Вплоть до 80-х годов практическая психология в СССР пыталась функционировать под гнетом этого табу. По отношению к нуждам практики постановление 1936 г. почти на 50 лет стало надежным инструментом в сдерживании технологического прогресса. Драматизм ситуации усугублялся также тем, что в критике тестов функционеры командно-административной системы оказались "по одну сторону баррикады" со сторонниками философского экзистенциализма и гуманистической психологии, настаивавшими на аксиологической неправомочности применения стандартизованных тестовых норм к уникальному духовному миру отдельного человека.

Однако абстрактная привлекательность ценностных позиций гуманистической психологии не отменяет сама по себе объективных потребностей технологического прогресса в общественной практике. Если в отношении технологически простого труда вполне правомерно ставить вопрос о вынесении кадровых решений лишь на основе объективных производственных результатов деятельности человека, то в отношении технологически сложных видов труда, связанных

со значительным экологическим и социальным риском для других людей, предварительные тестовые испытания оказываются вполне оправданными. В силу этого, несмотря на действие запретов, в таких высокотехнологизированных отраслях общественной практики, как, например, космические исследования, отбор по тестам давно узаконен де-факто. Известные события последних лет привели к широкому признанию того факта, что психологические тесты необходимы в практике подготовки операторов атомных станций, так как, кроме узкоспециальных знаний, операторам требуется еще и некогнитивная способность мобилизовать эти знания в критической стрессовой ситуации. С появлением практики альтернативных выборов на руководящие должности появились признаки интереса к тестам в области подготовки менеджеров.

Насколько уместно в контексте данной статьи такое социологическое введение? Дело в том, что придание любым потенциально эффективным информационным технологиям массового характера во многом зависит от социально-психологических факторов. Так, пока работа на руководящей должности рассматривается как привилегия, а не как тяжелый, весьма специфичный труд, перспективы применения и развития компьютерной диагностики руководителей представляются проблематичными.

Почему речь идет не только о применении, но и о развитии? Здесь мы подходим к специфике компьютерной психодиагностики как информационной технологии.

Шкалы тестовых баллов, как правило, проходят "калибровку" в ходе особой психометрической процедуры "стандартизации теста". В ходе этой процедуры тест проводится на весьма многочисленной выборке испытуемых (она называется "выборкой стандартизации"), которая должна быть репрезентативной в отношении той популяции, на которой планируется использовать тест. По результатам стандартизации строятся процентильные нормы, задающие соответствие между тестовым баллом и процентом испытуемых из выборки стандартизации, показавших результат не ниже данного балла.

В силу наличия многочисленных неконтролируемых факторов, искажающих "истинный" тестовый балл испытуемого, результаты любого психологического теста дают возможность ставить диагноз лишь приблизительно. Достоверность диагноза повышается при обеспечении репрезентативности тестовых норм. Если принять в качестве калибровочной модели закон нормального распределения,

то попадание испытуемого в пятипроцентную группу с высокими баллами позволяет делать вывод о достоверном превышении среднего уровня в зависимости от границ доверительного интервала, который, в свою очередь, определяется параметрами выборочного среднего, стандартного отклонения и численности выборки. Причем по известной формуле достоверность будет расти с увеличением численности выборки.

Но даже очень большие выборки ничего не дадут, если, например, в качестве выборки стандартизации для теста управленческого потенциала использовались только студенты-психологи или учащиеся ПТУ, в котором психологу-разработчику удалось добиться разрешения на массовое обследование. Нерепрезентативность выборки стандартизации приводит к смещению тестовых норм и недостоверным результатам теста. Проводя аналогию с областью автоматического распознавания образов, выборку стандартизации можно сравнить с обучающей совокупностью: автоматически синтезируемые решающие правила (границы категориальных областей "образов" в пространстве признаков объектов) не могут быть корректно реконструированы, если, например, вместо букв и цифр устройству автоматического чтения при обучении предъявляются только цифры.

Таким образом, при отсутствии организационных и социально-психологических предпосылок для стандартизации теста на практике просто оказывается нечего применять (если, конечно, не называть "применением" использование тестов с произвольными нормами, сформулированными "на глазок" или из абстрактных теоретических соображений).

На сегодня развитие психодиагностики в нашей стране упирается в порочный круг: от психологов требуют доказательств эффективности теста, не обеспечивая их условиями для проведения его стандартизации.

Помимо указанного, развитию психодиагностики препятствует и ряд других факторов. Часть этих факторов связана с "кустарным" характером традиционной (компьютерной) психодиагностики. Как видно из изложенного выше, разработка психодиагностической методики требует возможности проводить в унифицированных условиях массовые обследования и накапливать психодиагностические данные, а также возможности при обработке этих данных реализовывать значительные объемы рутинных вычислений. Массовое использование диагностических тестов (как на этапе создания, так и на этапе эксплуатации) тре-

бует наличия большого штата квалифицированных психологов, способных провести тест, обработать его результаты и обеспечить респондента хотя бы минимальной, но психологически корректной обратной связью. Наконец, для большой группы аппаратных методик необходима производственная база для их тиражирования. Другими словами, необходимы различные виды материальных ресурсов (в том числе и людских). Дефицит этих ресурсов (по причинам разного характера) определяет первую группу факторов, препятствующих развитию психодиагностики.

Вторая группа может быть названа социально-психологической. Эти факторы связаны с низким престижем (популярностью) психодиагностических обследований в глазах потенциальных респондентов. Действительно, тестирование часто оказывается для респондентов длительной и малопривлекательной процедурой. Если добавить к этому, что по завершении этой процедуры далеко не всегда удается получить какую-либо (и уж, во всяком случае, очень редко — профессиональную) обратную связь, то становится понятным то сопротивление, которым люди часто реагируют на предложение "протестироваться".

И наконец, третья группа факторов определяется недостаточным для нужд практики качеством самих диагностических методов. В частности, традиционные тесты обычно не позволяют вскрыть качественную специфику внутреннего мира именно данного конкретного человека. Как раз эта их особенность, определяемая статистическим характером тестовых норм, делает тесты объектом упомянутой выше ожесточенной критики со стороны приверженцев гуманистической психологии. Тут тесты существенно уступают так называемым клиническим методам обследования.

В какой степени можно надеяться на то, что компьютеризация, т.е. превращение психодиагностики из "кустарной" в отрасль информационной технологии, может способствовать устранению или хотя бы ослаблению перечисленных факторов? Какие новые технологические возможности и социально-психологические особенности влечет за собой компьютеризация в психодиагностике?

Приводимая ниже рабочая классификация имеет целью ответить на эти вопросы.

1. Унификация. Неизменность реализующей тест программы позволяет обеспечить для данного компьютера и данной операционной среды постоянство условий тестирования, недостижимое для традиционной психодиагностики.

Естественно, при этом оперативно производится и подсчет тестовых баллов (т.е. происходит компрессия психодиагностической информации). Этим создаются технологические предпосылки для параллельного группового тестирования широких контингентов пользователей с быстрым распространением теста по всей популяции пользователей однотипных ЭВМ. Типовой интерфейс пользователя ПЭВМ удачно соответствует технологическим требованиям большинства существующих тестовых методик: тестовая стимуляция (вербального и невербального характера) предъявляется с экрана дисплея, а ответы регистрируются с клавиатуры, обрабатываются и хранятся в форме стандартизованного протокола на магнитных носителях.

2. *Банки психодиагностических данных.* Наличие у каждого пользователя методики возможности автономного накопления результатов диагностики позволяет относительно легко организовать единый банк данных и тем самым значительно ускорить процесс получения достоверных, эмпирически обоснованных тестовых норм для различных контингентов испытуемых. Проблемы, возникающие здесь, имеют в основном организационный характер. Так, неопределенный статус психодиагностики в обществе не позволяет развернуть сеть учреждений по сбору психодиагностической информации. Другим препятствием к использованию технологических преимуществ компьютерной диагностики часто оказывается недостаток профессиональной культуры разработчиков, что может проявляться, например, в ненужном "украшательстве" программ в ущерб обеспечению их процедурами по накоплению диагностических данных. Впрочем, надежность отечественных дисководов также мало способствует реализации этой стратегии.

3. *Оперативная подготовка и автоматизированное конструирование тестов.* Кроме проведения теста, компьютеризация дает возможность автоматизировать и существенно ускорить работу психолога—разработчика теста и, таким образом, повысить ее эффективность. Речь идет об использовании программных систем подготовки и редактирования тестов и графических изображений — тестовых и графических редакторов. Специализированный пакет-оболочка для тест-опросника, как правило, дополняется средствами психометрического анализа пунктов и расчета норм: по массиву данных (ответов на каждый пункт тестов), полученному на выборке стандартизации, компью-

тер сам рассчитывает оптимальные ключи для пунктов (нагрузки пунктов по шкалам), а также строит процентильные или нормализованные тестовые нормы. Конечно, эффективность результатов автоматизированного конструирования тестов зависит прежде всего от содержательных факторов — качества эмпирических индикаторов (пунктов теста), используемого критерия валидизации (способа разбиения выборки испытуемых на контрастные по данному психическому свойству группы), репрезентативности обследованной выборки и т.д. Тем не менее значение этих технологических новаций для психодиагностики очень велико. Достаточно указать на возможность оперативной коррекции тестовых норм психологом, работающим с особым контингентом испытуемых. В принципе нормы могут корректироваться постоянно — с пополнением базы данных каждым новым испытуемым.

4. *Динамическая и полимодальная стимуляция.* Обычные "бумажные" тесты позволяют моделировать только статичные стимульные объекты — в форме текстов и/или рисунков. На экране современного дисплея можно изображать средствами компьютерной графики динамические объекты. Это кардинально расширяет возможности психодиагностики, так как динамичность стимульной среды открывает путь к качественному скачку в приближении модельной деятельности по выполнению теста к реальной деятельности, для прогноза эффективности которой тест предназначен. Только так же принципиальной оказывается и представляемая современными компьютерами возможность полимодальной стимуляции — дополнение зрительной стимуляции звуковой. Практически современные средства интерфейса пользователя позволяют моделировать на ЭВМ абсолютное большинство аппаратных методик (объективных тестов). В условиях острого дефицита производственных мощностей для тиражирования технических средств, используемых в аппаратных методиках, эту возможность компьютеризации трудно переоценить.

5. *Адаптивность.* Преимущества компьютерной технологии особенно отчетливо проявляются в интерактивных динамических моделях тестируемой деятельности. В таких системах испытуемый не только переживает впечатление повышенной валидности теста, что само по себе является немаловажным средством повышения так называемой "внешней валидности" — уровня доверия и серьезности отношения испытуемых к тесту, но у него формируется

принципиально важная установка на активность и иллюзия включенности в квазиреальную деятельность.

Весь комплекс вопросов, связанных с адаптивностью психодиагностических компьютерных программ, можно разделить на два направления — вопросы моделирования интерактивной (точнее, реактивной) стимульной среды и вопросы адаптивного тестирования. Первое направление развивается пока вне традиционной компьютерной психодиагностики. Второе подробно разработано в психометрической теории адаптивного тестирования, которая с появлением средств текстового диалога "человек—ЭВМ" начала преобразовываться в реальную технологию.

В моделях реактивной стимульной среды адаптивность программы обнаруживает себя, как правило, в рамках одной сцены (тестовой пробы или задания). В том случае, когда организуется условный алгоритм переходов между сценами на основе данных о предшествующих результатах работы испытуемого, говорят об адаптивности теста (близкий аналог — адаптивные обучающие программы).

Иллюстрацией адаптивности компьютерных тестов является пример с управлением параметром "темп" — скорость смены тестовых заданий на экране. Действительно, одна возможность тестирования состоит в предъявлении испытуемому заданий в фиксированном темпе и подсчете процента ошибок. Другая — в подстройке темпа под испытуемого, так, чтобы процент ошибок был минимальным. В последнем случае нейтрализуется действие неспецифического иррелевантного фактора устойчивости испытуемого к восприятию неудачи.

6. Игровая мотивация. Очевидным преимуществом компьютеризации в психодиагностике является возможность оформления тестов в виде компьютерных игр (игровых моделей взаимодействия испытуемого с диагностической системой). Одним из центральных препятствий в развитии психодиагностики является некооперативное отношение испытуемых к процессу тестирования. Эта некооперативность может проявляться в виде широкого диапазона стратегий испытуемых — от прямого уклонения от тестирования до сознательных попыток фальсификации своих результатов. Игровое оформление тестов оказывает большую помощь в решении этой проблемы. У испытуемого "включается" игровая мотивация, процесс тестирования приобретает для него определенную привлекательность, повышается достоверность результатов. Более

того, в игровой парадигме становится возможной постановка задачи моделирования конкретных видов деятельности, что открывает перед психодиагностикой невозможные ранее перспективы.

В этой статье мы не ставим перед собой задачу классификации игровых моделей с точки зрения их соответствия задачам моделирования деятельности, акцентирующей определенные группы психических качеств или способностей человека, хотя такая классификация была проведена на основе коллективной психологической экспертизы популярных компьютерных игр. Важно подчеркнуть, что существующие коммерческие игры, как правило, имеют тенденцию затрагивать сразу много психических качеств и умений человека, так как в таком разнообразии и достигается увлекательность игры. В отличие от коммерческих игр игровые тесты должны акцентировать какое-то одно действие игрока, которое основывается на определенном психическом свойстве. Конечно, в результате игровой тест становится более скучным и монотонным, нежели развлекательная игра, но при этом обеспечивается его прицельность — область валидности достигает необходимой сфокусированности.

Первой нашей попыткой разработки игровых тестов такого рода явился комплекс КИМ-88 (комплекс игровых методик), состоящий из шести игровых тестов с простыми игровыми сюжетами, моделирующими действия по типу "реакция на движущийся объект" (известный индикатор уравновешенности нервной системы), "реакции выбора в условиях помех и угроз различной интенсивности" (эмпирический индикатор силы нервной системы), "реакции на быструю смену условий деятельности, требующих перестройки сенсомоторного стереотипа" (индикатор подвижности нервной системы). При обследовании 50 испытуемых-школьников с помощью КИМ-88 были обнаружены значимые связи измеряемых характеристик с показателями по тест-опроснику Я. Стреляу: для 23 измеряемых в КИМ-88 параметров общий коэффициент множественной регрессии с каждой из трех шкал теста оказался не ниже 0,88. Конечно, это исследование следует считать лишь началом работ по изучению валидности компьютерных игровых тестов. Однако, по-видимому, подобные комплексы уже сейчас можно рекомендовать для использования в массовых компьютерных центрах профориентации молодежи (при условии оснащения последних надежной техникой, позволяющей накапливать данные).

7. Скорость и адаптивность обратной связи. На процесс тестирования можно влиять с помощью компьютера не только алгоритмически, но и психологически — подавая испытуемому определенные сообщения по ходу текущей обработки его результатов. Так, например, для нейтрализации негативного эффекта социальной желательности (тенденции испытуемых в случае тест-опросников давать социально одобряемые ответы) мы применили в нашей компьютерной системе 17ЛФ приемы управления стратегией испытуемого с помощью психологической обратной связи: если по шкале "лжи" уже в ходе самого тестирования накапливается балл, превышающий порог, то на экране дисплея появляется вначале предупреждение о нежелательности такой тенденции, а затем испытуемого "наказывают" возвращением к первому вопросу теста.

Но главное достоинство компьютерных тестов — это возможность обеспечить испытуемого быстрой интерпретирующей обратной связью по результатам тестирования. Принципиальный момент, который не всегда осознают некомпетентные в психологии разработчики программ-тестов, состоит в том, что содержание интерпретации для испытуемого не должно быть идентично информации для профессионала-психодиагноста. Не приспособленная для понимания испытуемым профессиональная интерпретация может нанести человеку настоящую психическую травму. К тому же часто некомпетентные психологи-разработчики для "пущего эффекта" стараются еще и усилить диагностические заключения, вставляя в текст интерпретирующих сообщений, появляющихся по завершении текста на экране дисплея, вместо профессиональных формулировок типа "шизоидные компоненты в мышлении" категоричные заключения-ярлыки типа "шизофреник".

Сообщения испытуемому формулируются прежде всего на языке житейской психологии, приспособленном к непрофессиональному пониманию. В наших исследованиях проверяется гипотеза о зависимости принятия-непринятия психодиагностической информации от соответствия сообщения личностным конструктам испытуемого.

Быстрая интерпретирующая обратная связь ожидается испытуемым, как правило, с большим нетерпением. Это ожидание повышает заинтересованность испытуемого, его мотивационную включенность в тестирование.

8. Самопознание. Использование интерпретирующей обратной связи превращает компьютерный тест в средство самопознания, которое в известных пределах любой поль-

зователь может использовать сам, без участия психолога-посредника. Эта возможность ставит перед психодиагностикой новые проблемы социально-психологического характера. Можно сказать и шире — возникает новая социально-психологическая ситуация, требующая опережающего философского осмысления. Обычно значимость указанной проблемы недооценивается, по-видимому, в силу традиционной технократической ориентации специалистов, ответственных за распространение компьютеров и программных средств к ним.

Обыденное сознание в области психологии пока находится едва ли не целиком во власти всевозможных мифов. Для многих людей, не понимающих сколько-нибудь ясно механизмов психодиагностических методов, психологический тест (тем более компьютерный) не отличается существенно от сонника или гороскопа. Многие компьютерные кооперативы успешно эксплуатируют эту неразборчивость массового спроса на психологические услуги, заполняя рынок программными комплексами, где тесты способностей и характера сочетаются с астрологическими календарями и биоритмами. Таким образом, массовая компьютеризация еще больше размывает границу в массовом сознании между любительской псевдопсихологией и профессиональной психологией.

Типичной является ситуация, когда пользователь не удовлетворен смягченной, "безопасной" формой интерпретирующих сообщений. Чем болезненнее неуверенность в себе, тем сильнее оказывается потребность в "правдематке". В обыденном сознании научный, осторожный и вероятностный диагноз-гипотеза нередко воспринимается как категоричный диагноз-приговор. По-видимому, без широкой пропаганды научных психологических знаний не удастся преодолеть фетишистские (как, впрочем, и их зеркальное отражение — нигилистические) установки по отношению к психодиагностике. Не последнюю роль в такой пропаганде призваны сыграть сами компьютерные тесты. Интерпретирующая обратная связь может оказаться лучшей формой популяризации психологических знаний, так как в момент диагностики эти знания воспринимаются на фоне острой заинтересованности, эгоцентрической значимости получаемой информации.

С целью компенсации названных особенностей обыденного сознания мы разрабатываем интерпретирующие сообщения, основанные на управляемом дозировании "позитивного" и "негативного" оценочного компонента. В ин-

терпретаторе системы 17ЛФ (подробнее об этой системе см.ниже) заложен баланс "негативного" и "позитивного" содержания словесного портрета испытуемого. Это достигается с помощью построения сообщений на базе схемы "ваши недостатки суть продолжение ваших достоинств".

Особое место занимает проблема адаптации постдиагностических сообщений к семантике запроса, к проблемной области испытуемого. По-видимому, интерпретирующие программы для этого должны основываться не только на априорных экспертных знаниях, но и на принципе постдиагностического диалога. Простейшая модель такого диалога предоставляет возможность испытуемому в постдиагностическом диалоге принять или отвергнуть элементы своего словестного портрета, т.е. сформировать не интегральное отношение к заключению в целом, а дифференцированное отношение к отдельным его элементам. Эта модель позволяет получить дополнительные знания об испытуемом и снимает у него избыточное напряжение, переводит его отношение к портрету из нерасчлененно-эмоционально-пассивного (в пределе — фаталистического) в активно-аналитическое. В специальных исследованиях были получены данные о том, что именно подтвержденные черты словесного портрета статистически чаще проявляются в реальном поведении, т.е. обладают более высокой прогностической валидностью. Это обстоятельство, по-видимому, можно объяснить влиянием "я-концепции" современного человека на его поведение: в поступке воплощаются не все глубинные склонности, но те, которые проходят через цензуру самосознания.

9. *Автоматизированная профессиональная интерпретация и экспертные психодиагностические системы.* Чаще всего в литературе термин "компьютерная психодиагностика" ассоциируется с использованием сложных автоматизированных алгоритмов компьютерной интерпретации многомерных психологических данных. В последнее время общепринятым стал взгляд на автоматизированные интерпретаторы как на экспертные системы, объединяющие в своем "искусственном интеллекте" достоинства опыта и способов мышления сразу нескольких наиболее квалифицированных экспертов-психодиагностов.

В отличие от медицинских и подобных им экспертных систем экспертные системы в области психодиагностики пока нашли применение в немногих устоявшихся областях. Сказывается отсутствие общепринятого категориального аппарата, раздробленность психологических школ и

направлений. Нередко самые популярные методики используют несовместимые концептуальные аппараты — не только в отношении системы терминов, но и в смысле самого категориального членения предметной области. В качестве позитивного примера экспертных психодиагностических систем, как правило, указывают системы интерпретации профилей из 13 основных диагностических шкал тест-опросника MMPI (миннесотский многофазный личностный опросник). Такой акцент не случаен. Во-первых, концепция шкал этого опросника сложилась давно и успела получить общее признание. Во-вторых, она отражает категориальный аппарат не столько психологии, сколько психиатрии: шкалы соответствуют нозологии психических заболеваний в соответствии с их классификацией, принятой в американской довоенной психиатрии.

Пользователи MMPI накопили огромный опыт наблюдения сотен и тысяч больных с различными тестовыми профилями. Это обстоятельство делает перевод такого структурированного опыта в базу знаний ЭВМ практически оправданным. Различные конфигурации профиля (области в пространстве тестовых баллов) оказываются, по опыту экспертов, связанными с различными паттернами поведения людей. Созданы системы интерпретации, хранящие до нескольких сот подобных типовых конфигураций.

Конкуренцию экспертному подходу к интерпретации составляет эмпирико-статистический подход. Наиболее последовательно он реализован Р.Кеттеллом — автором получившего широкое распространение (в том числе и в СССР) теста 16 личностных факторов. В нашей модификации 17ЛФ к 16 основным факторам Кеттелла добавлена психометрически обоснованная, сконструированная на том же наборе вопросов шкала социальной желательности (шкала лжи), позволяющая измерять отношение испытуемого к процедуре тестирования. Р.Кеттелл собрал с помощью сотрудников своего института и целой сети ассоциированных учреждений профили для различных социальных и клинических групп испытуемых. Он предложил сравнивать индивидуальный профиль с этими усредненными типовыми профилями с помощью расчета специального статистического коэффициента подобия.

В свой интерпретирующий банк данных 17ЛФ мы включили для иллюстрации идей Кеттелла 68 типовых для американской популяции профилей. Программа автоматически выделяет типовые профили, значимо сходные или контрастные с профилем данного испытуемого, и выдает

названия соответствующих групп в порядке убывания значения коэффициента подобия.

Проблемы несовместимости концептуальных схем интерпретации различных методик, с нашей точки зрения, могут быть частично решены путем создания автоматизированного словаря-тезауруса терминов-названий психических свойств, существующих в научной, литературной и разговорно-житейской лексике. Первая версия словаря-тезауруса личностных черт подготовлена нами в 1988 г. Доступ к семантическим полям тезауруса реализован на ЭВМ (типа ДВК и IBM PC) в рамках программной системы ТЕЗАЛ — автоматизированный тезаурус личностных черт. Сопряжение 17ЛФ и ТЕЗАЛ позволяет нам использовать ТЕЗАЛ в качестве средства автоматизированной интерпретации профиля 17ЛФ: программа ТЕЗАЛ автоматически подсчитывает частоту вхождения всех терминов из словника (1650 слов в первой версии) в семантические поля терминов, описывающих "пиковые" шкалы из профиля 17ЛФ.

Мы предполагаем, что та же стратегия позволит объединить разнородные системы интерпретации разных методик в едином словаре личностных черт. Реализовать такое сопряжение при соответствующей доработке интерпретаторов отдельных методик (при настройке выходных сообщений и их форматов под систему ТЕЗАЛ) можно автоматически — указанным выше способом.

10. Индивидуализация диагностики и инженерия знаний. Проблема раскрытия качественной специфики внутреннего мира человека, определяемой его индивидуальностью, является крайне актуальной для психодиагностики. Определенным шагом в решении этой проблемы оказались так называемые психосемантические диагностические методики, и в первую очередь методы реконструкции индивидуального сознания, базирующиеся на идеях американского психолога Г.Келли ("репертуарные решетки"). В принципе эти методы можно применять и в "бумажном" варианте, однако компьютеризация позволяет качественно повысить их пользовательские характеристики и кардинально расширить круг решаемых с их помощью диагностических задач.

Общий методический прием "репертуарных решеток", реализованных, например, В.И.Похилько в его системе "Келли" или А.А.Кроником в системе "Биограф", состоит в том, что испытуемый сам в диалоге с компьютером задает списки значимых для него объектов (например,

людей или событий собственной жизни) и характеристик этих объектов, а также количественно оценивает названные объекты по списку характеристик. Сформированная в результате матрица "объекты—характеристики" выступает в качестве исходного эмпирического материала для диагностики.

Описанный подход получил название "субъектная парадигма анализа данных". В отличие от традиционной психометрической парадигмы, в которой человек описывается как объект — в виде вектора свойств (профиля на батарее тестов), в субъектной парадигме испытуемый характеризуется матрицей. Сроки матрицы соответствуют объектам модели мира испытуемого, а столбцы — оценочным шкалам, с помощью которых он оценивает эти объекты. При этом матрица оценок индивидуально значимых (в том или ином смысле) объектов по индивидуально значимым шкалам может интерпретироваться как модель индивидуальных представлений, описывающая специфику восприятия мира испытуемым.

Соответственно такому усложнению структуры диагностических данных усложняется и аппарат их анализа. Чтобы реконструировать субъективное семантическое пространство испытуемого, необходимо использовать требующие больших объемов вычислений алгоритмы типа иерархической классификации, факторного анализа, многомерного шкалирования и т.п. Очевидно, что без средств вычислительной техники практическая реализация субъективной парадигмы в психодиагностике была бы невозможной.

Обсуждаемая группа психодиагностических методов представляет непосредственный интерес в контексте задач инженерии знаний. В принципе, эти же методы пригодны для "извлечения" знания экспертов. Нюансы различий сводятся к разной трактовке смысла получаемых моделей субъективных семантических структур. В инженерии знаний информант рассматривается как эксперт — носитель знания, приближенного к объективному знанию о структуре проблемной области. В психосемантической диагностике индивидуального сознания информант — прежде всего испытуемый. Для психодиагноста в структуре знаний респондента интерес представляет их специфичность — отклонения от общепринятых представлений.

Эти отклонения на модельном языке пространственных моделей описываются, в частности, в виде повышения или понижения размерности пространства, в виде разли-

чий в субъективной значимости (вытянутости) отдельных осей, в виде так называемых сцеплений (склеек) осей друг с другом. Диагностическая (в том числе прогностическая) информативность таких характеристик субъективного пространства основывается на том, что семантические структуры сознания (системы значений или категориальные системы) в деятельности отдельного человека выполняют регулятивную функцию — функцию когнитивных регуляторов поведения. Поэтому содержание семантических признаков (координат субъективных пространств) находится в определенном неслучайном, функционально целесообразном соответствии с содержанием мотивов, целей, условий деятельности субъекта. Например, экспериментально показано, что содержание ведущей ценностно-мотивационной ориентации личности отражается в индивидуальной системе личностных конструктов, описывающих поведение людей. Так, например, если доминирует мотивация на дружеские и семейные эмоционально-теплые отношения, то в пространстве семантических координат больший вес приобретают координатные оси "формаль - ные — неформальные отношения", "открытая — закрытая позиция в общении". Если же индивид ориентирован на социальные достижения, то в его сознании доминирует различение по признакам "высокий — низкий статус", "деловой потенциал" и т.п. Такая зависимость позволяет по особенностям субъективной системы значений делать выводы о личностных и характерологических чертах респондента (конечно, с некоторой вероятностью).

В многочисленных исследованиях методик типа "репертуарных решеток" показано, что предоставление испытуемым свободы в формулировании конструктов повышает валидность результатов. Но в этом случае возникает трудность формального сопоставления индивидуальных результатов с групповыми. Здесь, с нашей точки зрения, на помощь может прийти тезаурусная автоматизированная система, позволяющая автоматически спроецировать индивидуальные конструкты испытуемого в структуру общественного сознания, модельным представлением которого является тезаурус.

В обсуждаемых методиках осуществляется (используя терминологию разработчиков прикладных программных комплексов) автоматизированная настройка оболочки на проблемную область пользователя. Возможность сохранения на магнитных носителях сформулированных испытуемым в диалоге с компьютером перечней значимых для

него объектов (элементов его проблемной области) и конструктов (характеристик этих объектов), а также матрицы связей между объектами и конструктами позволяет испытуемому, возвращаясь к старому материалу, производить повторное редактирование своего видения проблемы с оперативным пересчетом структурной модели данных.

Еще одним примером автоматизированных методик такого типа является разработанная нами система поддержки принятия решений "Персоплан". Испытуемый в ходе интервью создает с помощью системы "Персоплан" три списка компонентов ситуации принятия решения: список собственных формулировок целей (альтернатив принятия решения в своей проблемной области), список мотивов (того, ради чего достигаются цели) и список средств (того, с помощью чего испытуемый надеется достичь цели). Затем "Персоплан" предлагает пользователю оценить веса средств и мотивов. С помощью техник ранжирования, парного сравнения, балльной оценки или графического рейтинга в диалоге с компьютером пользователь выносит субъективные оценки средств по критерию "легкость", целей по критерию "срочность", мотивов по критерию "важность". Затем "Персоплан" предлагает уточнить матрицы связей "средства—цели" и цели—мотивы". В ходе этих процедур в сознании пользователя актуализируются неожиданные для него самого связи между компонентами его субъективного образа проблемы, которые он до этого не осознавал и не учитывал в попытках принять интуитивное решение: оказывается, например, что некоторые цели не слишком хороши, так как либо требуют для своего достижения слишком "трудных" средств, либо ведут к фрустрации значимых "мотивов".

Таким образом, при работе с "Персопланом" психодиагностика тесно смыкается с психотехникой (технологией изменения психических состояний или свойств субъекта), превращаясь в "инженерию знаний", если понимать под последней структурирование и повышение уровня осознанности индивидуального знания. С одной стороны, психолог с помощью "Персоплана" производит качественно-структурный анализ значимой для испытуемого проблемой области (в которой тот испытывает трудности в принятии решения, т.е. в которой проявляется конфликтность его мотивационной сферы). С другой стороны, в ходе работы с "Персопланом" сам испытуемый меняется, становится носителем более аналитичного и осознанного видения своей проблемы. И этот косвенный

результат, по-видимому, имеет даже большую ценность, чем получение (после расчета приоритетов целей) однозначной рекомендации о том, какая цель набирает максимум очков, т.е. является субъективно наиболее предпочтительной альтернативой.

Свойство психосемантических методик в их компьютерных вариантах воздействовать на систему индивидуальных представлений, конституируя ее структуру, по-видимому, следует считать объективным гносеологическим феноменом, требующим философско-методологического осмысления. При реконструкции человеческого знания мы неизбежно выходим за рамки пассивной констатации, т.е. сами процедуры извлечения и модельного представления знаний оказывают определенное конструктивное воздействие на извлекаемое знание, задавая его форму и влияя на содержание.

УДК (519.95+159.95):(327+94)

КОГНИТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ: МОДЕЛЬ И ПРИЛОЖЕНИЯ В ПОЛИТОЛОГИИ И ИСТОРИИ

В.М. СЕРГЕЕВ, В.Л.ЦЫМБУРСКИЙ

Принятие решений и науки об обществе

Почему в современных социальных исследованиях такое большое внимание уделяется изучению схем принятия решений? Этот вопрос связан с одной фундаментальной проблемой методологии общественных наук. Изучая структуру общества, историю культуры, различные общественные движения и т.п., мы стремимся разложить объект исследования на элементарные единицы, произвести его анализ. Но при этом, какой бы объект общественных отношений мы не брали — социальные организации, движения, этносы, единицей материального членения этого объекта неизменно оказывается человек — член организации, участник движения, представитель этноса. Любое знание, принадлежащее общественным наукам, так или иначе базируется на свойствах природы человека. Однако если человек представляется атомарной единицей

общественных наук, то столь же очевидно, что "атомы" эти между собой неодинаковы и не укладываются в простую наглядную схему вроде таблицы Менделеева. То, как формируются цели и действия людей в конкретных обстоятельствах, зависит от структуры человеческого знания. Различие социологических традиций во многом определяется тем, как именно типологизируются эти структуры. Следует, однако, помнить, что любая типология в данной области может основываться только на вычленении некой структурной общности, некой универсальной "модели сознания", позволяющей описывать конкретные типы сознания в качестве специфических реализаций этой модели. При отсутствии такой модели различные типы сознания выглядят просто несопоставимыми, непроницаемыми друг для друга. В этом случае исключалась бы возможность рефлексии, проникновения в чужое сознание, без чего невозможно осуществление сколько-нибудь сложного социального взаимодействия.

Любой социальный тип, любой характер раскрываются через сознательное действие. По Аристотелю, "лицо будет иметь характер, если обнаружит в своих речах или поступках какой-то выбор"[1]. Иначе, особенности характера человека отражают особенности устройства его сознания в принимаемых этим человеком решениях. Между тем мы пока не умеем системно представлять человеческий характер в совокупности его социальных и индивидуальных свойств. Думается, такое представление возможно лишь в рамках обобщенной модели человеческого интеллекта, где интеллект понимается как устройство, порождающее разного рода практические решения. Решение — это основа самоидентификации человека, и потому исследования процессов принятия решений фундаментальны для социальной динамики.

Механизмам принятия решений посвящена огромная литература. Не претендуя на детальный обзор, мы остановимся лишь на тех направлениях, где либо выдвинуты, на наш взгляд, убедительные положения, служащие надежной основой для дальнейших изысканий, либо, напротив, наметившийся кризис концепции позволяет ясно очертить границы ее реальной применимости.

В традициях классического структурно-функционального анализа (М. Вебер, Т. Парсонс) неотъемлемыми компонентами любого сознательного социального действия предполагаются его субъект, ситуация, в которой оно совершается, и ориентация или ценности субъекта [2, 3].

Трудно отрицать интуитивную убедительность такого членения, объясняющуюся, возможно, архетипичностью лежащей в его основе когнитивной трихотомии, различающей представления человека об окружающем мире, о собственном теле, включенном в этот мир, и о своем сознании с заложенными в нем требованиями к миру и самому человеку.

При описании действия "изнутри", с позиции субъекта, принимающего сознательное решение, и соответственно при установке на когнитивную реконструкцию сознания, стоящего за конкретным решением, указанная архетипическая трихотомия принимает форму различения: 1) знаний субъекта о мире, 2) ценностей субъекта, т.е. критериев, по которым он расценивает те или иные состояния мира, 3) его представлений о тех средствах и ресурсах, которыми он располагает и которые, собственно, превращают его в деятеля.

В дополнение к базисной триаде компонентов социального действия в исследованиях по когнитивной психологии и теории международных отношений сложилась концепция "двух шкал" — двух интеллектуальных измерений, по которым оцениваются посылки любого выбора, совершаемого человеком или государством [4, 5]. По одной шкале последствия возможного выбора оцениваются с точки зрения пользы или вреда, которые они могут принести субъекту. На другой шкале эти последствия оцениваются по их вероятности или правдоподобию.

Для тех случаев, когда наступление или ненаступление некоторого состояния мира в какой-то мере зависит от действий субъекта, концепция "двух шкал" получает особый смысл, представляя столкновение в процессе принятия решения двух факторов — степени заинтересованности субъекта в этом состоянии мира и его представлений о тех возможностях воздействия на мир, которыми он располагает [5].

Если мы сравним эту модель с триадой компонентов социального действия в предложенной выше когнитивной интерпретации, то увидим, что любой из факторов двухшкальной схемы может быть описан как сложный конструкт, порожденный на основе той или иной пары компонентов, взятых из этой триады. Так, предпочтения субъекта определяются соотношением информации, содержащейся в его модели мира, с системой ценностей, или, другими словами, распознаванием таких состояний мира, которые бы отвечали либо, напротив, противоречили его

ценностям. Представление о своих возможностях в мире отражает соотношение оценки собственных материальных и духовных ресурсов с моделью мира.

На первый взгляд такое понимание принятия решений серьезно отличается от модели этого процесса, характерной для анализа сложных систем, как он практиковался, например, в "РЭНД корпорейшн" [6], где анализ сложных систем был подчинен вполне определенной идеологии: оптимизации процесса принятия решений, понимаемого как выбор адекватной стратегии для достижения поставленной цели. В такой модели принятия решений основными категориями выступают: цели, альтернативные стратегии (часто в форме сценариев) и, наконец, критерии, по которым должны сравниваться сценарии (например, критерии стоимости—эффективности в эпоху Р. Макнамары). Можно говорить о том, что при анализе сложных систем в качестве компонентов решения различаются цели и сценарии, а само решение формулируется в виде перехода от цели самой по себе к цели, снабженной указанием на оптимальный сценарий ее достижения. В такой модели анализ целей сводится к корректному определению цели и критериев, по которым оценивается ее реализация.

Очевидно, что в политической сфере широкое внедрение указанной концепции принятия решений, когда отправной точкой оказывается цель (или задача), а конечной — также цель или задача со сценарием, не могло не привести к фетишизации поставленных целей, возникновение которых либо оказывается за пределами рефлексии, либо прямо описывается в бихевиористском стиле как реакция на проблемную ситуацию. Ценности в такой схеме занимают место скорее второстепенное, после целей — как фактор, определяющий приоритеты при переборе альтернатив. Обсуждаемая модель задает такой способ поведения, когда субъект в любой ситуации ищет пути движения к цели вместо того, чтобы поразмыслить, не следует ли пересмотреть саму цель? Пагубные последствия такой установки наглядно проявились в годы войны во Вьетнаме, когда методы РЭНД получили исключительно широкое применение в планировании военной политики.

С другой стороны, в исследованиях по искусственному интеллекту, в частности связанных с созданием компьютерных шахматных программ, довольно рано была понята недостаточность анализа альтернативных, производ-

ных от цели сценариев. Обусловлена эта недостаточность тем, что практически "в каждой дискретной совокупности можно наметить несколько функций цели" [7]. Так был поставлен вопрос о процессе выбора, предшествующего цели, выбора целеполагающего, который следует решительно отличать от целеобслуживающего выбора, виртуозно воплощенного в РЭНДовском анализе сложных систем.

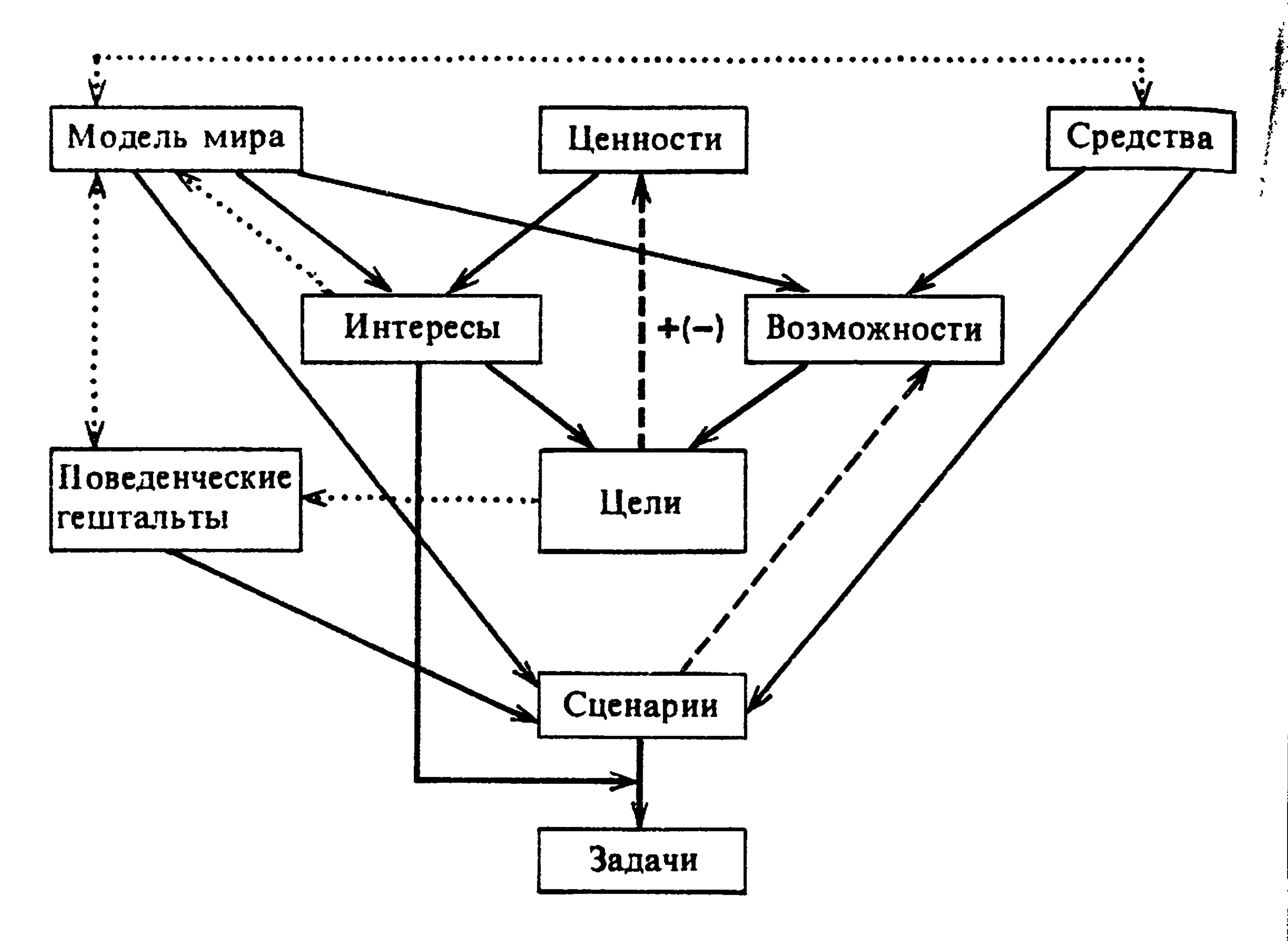
В работе [8] была сделана попытка когнитивного описания формирования решений в виде последовательности операций со знаниями, включая ценности субъекта. Авторы выдвинули положение о том, что "ценности" как когнитивные единицы представляют вид фреймов, определенных на множестве состояний мира и позволяющих осуществлять классификацию этих состояний по их желательности—нежелательности в разных планах (прагматическом, моральном, эстетическом и т.д.).

Надо заметить, что основоположником такой трактовки ценностей до известной степени можно считать Аристотеля, который в "Риторике", выявляя типы риторических ценностей (справедливость, прекрасное, польза и т.п.), широко использовал при раскрытии каждой из них перечни отвечающих этой ценности обобщенных, "рамочных" ситуаций. Например: "приятно водворение в свое природное состояние, приятны и привычки... приятно то, что делается ненасильно..." и т.д. [9].

Когнитивная модель принятия решений

Приведенный выше анализ позволяет определить требования к моделям обобщенных схем принятия решений. Эти схемы должны быть когнитивными, описывающими механизмы работы человеческого сознания. Для анализа практических решений необходимо включение всех трех компонентов базисной когнитивной триады: представлений о мире, ценностей субъекта и представлений его о том, чем он располагает в мире (о себе). Когнитивная схема должна описывать два вида выборов, совершаемых на пути к решению, — выбор целеполагающий и выбор технический, целеобслуживающий.

Интуитивная адекватность подобной модели во многом связана с тем, насколько она согласуется с опытом практического осмысления подобных процессов в языке и культуре, более того — в какой степени она может пролить свет на рациональные основы тех категорий,



которыми снабжает нас этот опыт. Модель должна давать ключ к толкованию ряда терминов, отражающих включенность человека в принятые решения, например "цели", "интересы", "задачи". Ниже мы предлагаем такого рода модель.

Схема реализует рассмотренные теоретические положения, постулируя наличие в основе любого решения трех фундаментальных когнитивных блоков: "модели мира", присущей принимающему решение субъекту, "ценностей" этого субъекта и его представлений о своих "средствах". На базе этих трех основных блоков в конечном счете и формируются цели, однако не прямо, а через посредство двух промежуточных блоков — "интересов" (или "предпочтений") и "возможностей" субъекта в мире. Из основных блоков "модель мира" и "ценности" порождается блок "интересы", а из основных блоков "модель мира" и "средства" — блок "возможности", и уже на базе этих промежуточных блоков формируется блок "цели", занимающий центральное место в схеме.

Параллельно формированию "целей" схема предусматривает формирование блока "сценариев" — процесс, в котором задействуются как необходимая информация из блоков "модель мира" и "средства", так и наличествующие в памяти стереотипы действий, направленных на достижение целей определенного рода ("поведенческие гештальты"). Блок "поведенческие гештальты" может тра-

ктоваться как четвертый самостоятельный блок наряду с "моделью мира", "ценностями" и "средствами". Наконец, на "целях" и "сценариях" осуществляется конечная операция — формирование конкретных "задач", причем использование сценариев в этой операции контролируется блоком "интересов", отсеивающим некоторые сценарии. Такова работа предлагаемой модели принятия решений, В идеальном варианте она включает лишь генеративные операции, изображенные на схеме сплошными стрелками. Иные варианты функционирования модели (на схеме — штриховые стрелки) мы рассмотрим ниже. Ниже будут рассмотрены и способы взаимодействия между блоками (точечные стрелки на схеме).

Насколько предложенная схема отвечает сформулированным требованиям? Во-первых, она, несомненно, является когнитивной, так как каждый ее блок соответствует определенному виду знаний либо иных интеллектуальных образований.

Во-вторых, приведенная схема имплицитно содержит в себе попытку толкования таких терминов, как "интересы", "цели", "сценарии" и "задачи". Из описанных генеративных отношений видно, что "интересы" мы понимаем как состояния мира, желательные для нас, т.е. отвечающие нашим ценностям. Под "целями" мы понимаем состояния мира, желательные и в принципе возможные для нас, т.е. подкласс интересов, отвечающих нашим возможностям. Думается, такое толкование не противоречит обычному словоупотреблению. Вполне приемлемо высказывание "Это в наших интересах, но, к сожалению, по нашим возможностям мы не в состоянии на это притязать", однако предложение "Это входит в наши цели, но из-за недостатка средств мы не можем претендовать на это" звучит абсурдно.

"Сценарии" рассматриваются как последовательность поведенческих гештальтов, примененных к наличным средствам в определенных условиях. Мы не включили блок "целей" в порождение "сценариев", исходя из допустимости высказываний типа "что бы я сейчас ни предпринял (т.е. при любом сценарии), это будет бессмысленно, так как достичь моей цели я заведомо не могу". Более тонким и несколько условным кажется различие понятий "цели" и "задачи", которые часто употребляются в качестве синонимов. Мы определяем "задачу" как "цель, снабженную конкретным сценарием ее достижения".

В-третьих, приведенная схема, как представляется, мог-

ла бы служить неплохим средством описания характеров субъектов, принимающих решения, если предположить, что характерологические черты, влияющие на принятые решения, локализуются в четырех базисных блоках — "модель мира", "ценности", "средства", "поведенческие гештальты". Многие описания характеров, раскрывающихся в решениях людей, могут рассматриваться как перечни свойств различных когнитивных блоков. В то же время, по-видимому, возможны характерологические определения, отражающие связи между функционированием различных блоков. Так, одним из возможных определений "мудрости" следует считать искусство строить сценарии (из поведенческих гештальтов, средств и условий действий) в соответствии с наивысшими ценностями. В такой трактовке под мудростью понимается некая идеальная согласованность всех четырех базисных блоков,наивысшая гармония интеллекта

Рассмотрим устройство отдельных блоков когнитивной схемы и соответствующие им этапы выработки решений. Внешний мир для субъекта, принимающего решение, неоднороден. Одни и те же действия, совершаемые в разное время, в разных местах этого мира и разными деятелями, могут привести к совершенно неодинаковым результатам. Модель мира строго структурирована: в ней различаются области знакомые и незнакомые (устройство последних можно представить лишь по аналогии), объекты устойчивые и изменчивые во времени, достижимые с большей или меньшей сложностью, удовлетворяющие или фрустрирующие ту или иную потребность. В модель включены знания о доминировании отдельных позиций в социальной системе над другими, о возможностях тех или иных людей и т.д., причем все эти знания "расположены" относительно "точки Я" позиции субъекта.

"Модель мира" включает также особый уровень, охватывающий наши представления о сознании других, об их ценностях и интересах, о том, как они воспринимают мир и оценивают различные изменеия в нем. Эти знания отличаются от "просто оценки" других по их значимости для нас. Одно дело -- знать отношение к нам субъекта, контролирующего доступ к ценным для нас ресурсам, совсем другое — понимать, каковы вообще его интересы, в частности, в чем причины негативного отношения к нам. Без такого знания нельзя, например, пытаться обмануть противника или склонить его к

соглашению. "Внешний мир" — это в том числе и знание о том, как этот мир выглядит для других.

Существует тесная взаимосвязь (на схеме — точками) между знаниями о мире и отдельными подструктурами блоков "средства" и "поведенческие гештальты". Блок "средства" многослоен: это не только наши материальные ресурсы, но и наши связи, и связи наших союзников, и наши личные качества (трудоспособность, эрудиция), а часто и время, которым мы располагаем. Таким образом, и этот блок не просто слепок с реального положения вещей, но сложная когнитивная структура со значительным количеством встроенных аксиологических и метафорических операторов (см. продемонстрированный Дж. Лакоффом и М. Джонсоном метафорический, культурно обусловленный характер оценок "труда" и "времени" как ресурсов [10]).

О структуре элементов блока "ценности" — квалифицирующих фреймах, распознающих отвечающие ценностям объекты или ситуации, — мы говорили выше. Ценности связаны между собой смысловой иерархией: это заметил еще Аристотель, у которого "справедливость" подчинена "добродетели", а "добродетель" — "прекрасному" [9]. Смысловая иерархичность — общее свойство ценностных систем (например, "морская мощь" может подчиняться "военной мощи", та — "безопасности", а последняя — "могуществу нации"). На самом верху таких иерархий располагаются ценности с предельно широким спектром интерпретации — "метаценности", вроде аристотелевского "прекрасного" или, скажем, "интересов народа".

Переходя к блоку "возможности", отметим ключевую позицию этого блока в схеме. От него зависит "замораживание" интересов или преобразование их в цели, для которых начинается разработка практических сценариев. Блок "возможности" контролирует переход от предпосылок решения к решению как таковому. Этот блок, возникающий из сопоставления "средств" с "моделью мира", выдает соотношение между тем, чем мы располагаем, и тем, что необходимо потратить при попытке воздействия на мир. Следовательно, блок "возможности" может пребывать в трех состояниях: "средства больше необходимых затрат", "затраты могут превысить наличные средства", "соотношение средств и затрат не определено". Полученные оценки передаются в блок "целей", где на их основе происходит селекция интересов.

Как происходит селекция интересов, можно показать

на примере следующей схемы определения целей в условиях конфликта. Схема имеет вид последовательности вопросов. Первый вопрос состоит в том, каковы собственные возможности. Если "средства" превалируют над "потерями", субъект вправе при выдвижении целей руководствоваться иерархией своих интересов: чем важнее интерес, тем скорее он будет принят в качестве "цели". Если потери могут превысить средства, блок "интересов" запрашивает дпнные о возможностях противника. Если у него, как у нас, потери рискуют оказаться значительнее средств, мы можем выдвигать цели, которые противоречат не слишком значительным интересам противника, так что он не станет бороться до последнего. Если у него средства явно больше потерь, последовательно запрашиваются данные о том: 1) теряет ли он вообще хоть что-то, 2) серьезны ли его интересы, с которыми мы вступаем в противоречие, 3) серьезна ли эта цель для нас. При отрицательном ответе на первый вопрос и/или положительном на второй нам остается лишь принять "стратегию марионетки", т.е. выдвигать лишь те цели, которые могут быть скоординированы с интересами союзников, намного превосходящих нас силой. При отрицательном ответе на первые два вопроса и положительном на третий (например, когда речь идет о нашей независимости, а для противника конфликт — лишний повод показать свою силу) мы можем рискнуть вступить в борьбу, надеясь, что на каком-то доступном для нас уровне эскалации он сочтет эту борьбу не стоящей затрат (случай с нестабильным соотношением "средств" и "потерь" мы пока не рассматриваем).

Разумеется, применительно к другим типам решений конкретная схема вывода для блока целей должна быть модифицирована. Общим остается то, что "цели" определяются под контролем со стороны возможностей. Только после этого "цели" активируют "поведенческие гештальты" и начинается формирование сценариев. Сценарии — это, грубо говоря, то, что можно сделать в данных условиях с наличными средствами. Если сценарий приводит к состоянию, которое по своим характеристикам близко к намеченной цели, то цель преобразуется в задачу, а этапы развертывания сценария становятся подцелями. Способы построения сценариев и сопоставления их между собой изучались методами системного анализа. Но и с точки зрения когитологии относительно сценариев можно отметить несколько обстоятельств.

Во-первых, среди "поведенческих гештальтов" человека всегда присутствуют гештальты оценочной деятельности. К их числу принадлежат способы оценки действия с точки зрения его целесообразности, оптимальности, "правильности" и т.п. Можно полагать, что на основе таких гештальтов строятся своеобразные "метасценарии", позволяющие сравнивать сценарии между собой. Благодаря наличию оценочных "метасценариев" в пределах самого сценарного блока многочисленные решения могут быть забракованы, скажем, на основании того, что "так сейчас никто не делает" или "это слишком ново".

Во-вторых, преобразование допустимых сценариев в компоненты конкретных задач контролируется со стороны блока "интересов". Предполагается, что в процессе достижения цели не должны порождать состояния мира, противоречащие ведущим интересам субъекта, может быть, более важным, чем те, которыми была продиктована рассматриваемая цель. Субъект, чья схема принятия решений была бы лишена этого звена, легко мог бы оказаться в положении персонажа анекдота, сжигающего дом, желая зажарить свинью. Диапазон ограничений, накладываемых интересами на допустимые сценарии, очень велик: так, например, средневековый рыцарь довооружает своего противника, чтобы не обесчестить себя победой над более слабым [11].

В третьих, проблему представляют способы организации процедуры приписывания сценариев целям. Некоторые эмпирические наблюдения позволяют говорить о существовании индивидуальных когнитивных стилей, отражающих особенности этих процедур у разных людей. В первую очередь, надо иметь в виду разнообразие критериев, по которым сценарий может признаваться приемлемым для достижения цели. Это может быть, например, критерий достаточной близости, когда выбирается первый попавшийся сценарий, "на глаз" сулящий успех. Это может быть и критерий наибольшей близости, когда из ряда сценариев выбирается наиболее надежный. Оба критерия использовались в 60-х годах для наложения ограничений при переборе альтернатив в шахматных программах [7].

Кроме того, структура любого сценария включает представления о возможности его модификации в процессе реализации. Как поступать, если обнаружится, что на каком-то этапе намеченная программа "дает сбой" и следование ей не ведет к успеху? Эмпирически здесь выделяются четыре типа отношения к сценарию.

1. Сценарий рассматривается как принципиально необратимый, однако он формулируется достаточно гибко, с подцелями, намеченными в самых общих чертах, так что движение от одной подцели к другой должно целиком определяться контекстом.

2. Сценарий рассматривается в качестве обратимого и планируется очень жестко с тем, чтобы при сбое в любом звене вернуться с минимальными потерями к исходной точке.

Яркие примеры первого и второго типов отношения — это соответственно Наполеон, часто ставивший во время сражения на карту судьбу армии и исход войны, но при этом планировавший схему боя очень условно, и Фридрих II, который детально прорабатывал схему сражения, но исходил из недостижимости цели, которой не удается добиться с одного мощного удара, и пропагандировал идеал сражения, когда худший для полководца вариант был близок к ничейному [12].

3. Сценарий прорабатывается достаточно жестко, но при этом имеется в виду, что при сбое на каком-то этапе можно будет пересмотреть данный неудачный шаг, не возвращаясь к самому началу ("частичная обратимость").

4. Сценарий мыслится одновременно и необратимым, и исключающим какую бы то ни было вариантность в воплощении.

Очень близок к этому варианту знаменитый стратегический план фон Шлиффена по разгрому Франции в первой мировой войне за те кратчайшие сроки, пока союзная ей Россия успеет отмобилизоваться. Гарантией осуществимости этого плана являлась только предельная концентрация сил, обеспечивающая наступление войск без сбоев — точно по графику. Сбой означал катастрофу. Стиль Шлиффена представлял чудовищное сочетание стратегических склонностей Наполеона и Фридриха II, лишенное тех глубоко различных "резервов прочности", которыми характеризуются стили обоих названных полководцев (вариативность в исполнении либо обратимость). Но за "безвариантной" стратегией Шлиффена ясно прослеживается глубоко ритуализированное отношение к сценарию, когда только неукоснительное его исполнение в деталях, невзирая на любые трудности, сообщает действию чудесную силу.

Итак, выбор альтернатив на уровне сценариев определяется, в частности: а) значимостью "поведенческих гештальтов" с точки зрения личного и социального опыта;

б) оценкой ситуации и собственных средств; в) давлением стереотипов "критической деятельности"; г) селективным контролем со стороны блока "интересов"; д) типом отношения сценария к цели; е) стилистическими особенностями структурирования сценария с точки зрения возможности его пересмотра.

Принятие решений при нестабильном состоянии блока "возможностей"

Мы рассмотрели процесс принятия решений в идеальном случае, изображенном на схеме сплошными стрелками. Этот случай реализуется при сохранении стабильной "пропускной способности" блока "возможностей" с постоянным соотношением между средствами и возможными потерями.

Предположим, что структура возможностей некоего субъекта меняется, например средства, долгое время превышавшие возможные потери, начинают им уступать. До этого момента могла сформироваться связь некоторых видов событий (стимулов) с определенными ценностями, интересами и целями. Поскольку иных в то время не возникло, упомянутые связи начинают трактоваться как естественные, описываемые квазибихевиористской формулой "стимул—цель"; зависимость их от исторически преходящей структуры возможностей не осознается. С изменением возможностей многие интересы, занимавшие видные места в иерархии приоритетов, становятся нереализуемыми, хотя и состояние мира, и ценности требуют их реализации.

Любопытно, что на первых порах нарушение параллелизма между ценностями и целями приводит к росту "самоценности" нереализуемых интересов. Если в обычных ситуациях при провозглашении интересов, "за которые мы будем бороться", на самом деле речь идет о целях (иное дело — обеспеченных или нет конкретными сценариями), т.е. о том, что мы можем реально себе позволить, то в периоды "ценностных кризисов" чаще декларируются интересы как таковые, не поддающиеся реализации и потому звучащие авантюристически. Хороший пример: лозунг "освобождения народов за железным занавесом" был провозглашен Дж.Ф.Даллесом в 1952 г., т.е. в то время, когда корейская война обнаружила кризис идеи "войны до полной победы", что послужило важнейшим толчком к оформлению концепции "войны с ограниченными целями" [13]. В условиях меняющегося соотноше-

ния военных возможностей указанный лозунг имел смысл кризисной "декларации интересов", не получающей выхода на уровень реальных военно-политических целей и задач, что и показала реакция США на события 1954 г. в Индокитае и 1956 г. в Венгрии.

При изменении возможностей сформированные ранее связи ценности—интересы—цели и стимулы—интересы—цели демистифицируются и их зависимость от "возможностей" становится явной. При этом формируется обратная связь цели—ценности (на схеме штриховая стрелка со знаком "—"), посредством которой осуществляется ограничивающий контроль "возможностей" над "ценностями". Возможные цели ищут ценностного осмысления с апелляцией к нежестко заданным высшим "метаценностям", стремясь к установлению нового равновесия ценностей и возможностей. (Склонность к компромиссу, которая когда-то ассоциировалась с трусостью, при изменении структуры возможностей может быть связана с ценностью человеколюбия, а бескомпромиссность, ранее трактовавшаяся как преданность идеалам, — стать воплощением твердолобости или даже человеконенавистничества.)

Бывают и обратные случаи, когда возможности резко расширяются и интересы, ранее ставившиеся очень высоко, теперь удовлетворяются за счет малой доли наличных возможностей. Возникает сознание того, что имеющиеся цели — это лишь ограниченная часть неких еще не сформулированных, но уже достижимых целей. Вновь устанавливается связь возможности—цели—ценности, в этом варианте призванная обеспечить формирование новых ценностей (на схеме вариант со знаком "+"), что достигается обращением к историческому опыту, т.е. к опыту субъектов с аналогичными возможностями. Таким образом устанавливается связь между блоком "ценности" и той частью модели мира, где содержатся данные о чужих ценностях. Пример — переход от ограниченных войн французских монархов XVIII в. к тотальным войнам Наполеона. Если материально он был обусловлен созданием массовой армии, то ценностно такой переход был опосредован апелляцией к войнам сперва республиканского, а потом императорского Рима. В свою очередь войны Наполеона стали тем эталоном, на основе которого вырабатывался идеал "войны до полной победы" в Европе XIX в.

Еще один вариант — когда субъект по каким-то причинам не может в общем виде оценить соотношение наличных средств с их возможным расходом. В этом случае

проблема начинает решаться на уровне конкретных сценариев, и, может статься, ресурсов хватит для достижения цели лишь при соблюдении субъектом, принимающим решение, и его контрагентами (вольно или невольно) планируемого сценария. Если соотношение средств и потерь, а также масштаб цели можно определить только по отношению к конкретному сценарию (а это бывает прежде всего при отсутствии стабильной модели мира, когда трудно сформировать однозначное представление о собственных возможностях), то образуется обратная связь по цепи сценарии—возможности—цели.

Ценности и сценарии оказываются равнодействующими факторами при формировании целей. Для того чтобы ставить цели, приходится соизмерять меняющиеся интересы (они определяются "зыбким" образом мира, на который "проецируются" ценности субъекта) со сценариями. Модели решений, принимаемых в таких условиях, должны опираться на соотношение ценностей субъекта с его опытом (хранилищем готовых сценариев). Без этого любое контрфактическое обсуждение "объективных" альтернатив вроде тех, что выдвигаются в модных спорах о вариантах экономического развития СССР в 20-х годах, оказывается совершенно неисторичным. Как и для шахматиста, для политика в таких условиях не существует "всей возможной совокупности комбинаций" [7], а цели его определяются сценариями, позволяющими ему действовать в соответствии с какими-то своими ценностями. Сценарии "тащат" людей за собой.

Следует добавить, что включение в модель петли сценарии—возможности—цели позволяет предложить вполне корректную когнитивную интерпретацию понятия "взаимозависимость". Взаимозависимость — это такое положение, когда в когнитивной схеме двух или нескольких взаимодействующих субъектов "возможности" полностью контролируются "сценариями", а единственно допускаемое последними состояние блока "возможностей" характеризуется перевесом возможных потерь над имеющимися средствами. При этом, с одной стороны, исключаются запросы, ущемляющие значительные приоритеты контрагентов, а с другой — допустимые цели могут быть достигнуты лишь при соблюдении сценария, принимаемого прочими сторонами.

Перспективы применения когнитивной схемы принятия решений в социальных исследованиях

Нам представляется, что изложенная выше модель дает аппарат для системного исследования исторического процесса на том классическом уровне историографии, на котором история предстает цепью человеческих решений с их предпосылками и следствиями. На практике обычны и другие уровни исторического анализа.

В недавней работе Х.Олкера [14] взгляд на историю как на царство микропроцессов критикуется за его гипердетерминизм, не оставляющий человеку возможности воздействия на исторический процесс. В противовес Олкер выдвигает на первый план реконструкцию повествовательных схем и модальностей восприятия истории, которая раскрывает множественность возможных трактовок любой человеческой ситуации и вытекающих из нее перспектив. Такая установка Олкера сближает его с исследователями функционирования в истории элементарных когнитивных схем (мифологем, фольклорных клише, языковых игр, социальных ритуалов, сценариев научной деятельности и т.п.), которые обеспечивают интерпретацию, запись и передачу социального опыта.

По существу, Олкер противопоставляет "мегакосмос" и "микрокосмос" истории. При этом он не замечает, что микроуровень анализа чреват комплексом не менее тяжелым, чем комплекс "гипердетерминизма", — это комплекс вечного повторения одних и тех же атомов деятельности и сознания, когда у человека не остается шансов на создание чего-либо принципиально нового.

Индивидуальное решение человека — явление промежуточного между микро- и мета- уровня. Без этого уровня, соответствующего масштабам человека, основной материальной единицы общественных наук, мега- и микрокосмос не могут быть состыкованы, не могут быть восприняты как аспекты единой истории мира.

Когнитивная схема принятия решений, трактуя решения как основное "молекулярное" звено исторического процесса и предлагая аппарат для описания структуры этого звена, тем самым создает возможность достаточно строгого описания истории на обсуждаемом уровне. Любое решение может быть представлено в виде поэтапного вывода, охватывающего ряд интуитивно достоверных категорий ("ценности", "средства", "интересы", "возможности", "цели", "сценарии", "задачи"). В результате оказывается возмож-

ным моделирование даже очень сложных форм поведения.

Таковы, например, случаи, представляющие исключительный интерес для исследователей-политологов, когда в условиях контроля сценариев над возможностями на первый план в сознании политического деятеля выдвигаются такие сценарии, где в качестве потенциального ресурса трактуются особенности интеллекта других участников ситуации. Субъект принимает решения, манипулируя чужим интеллектом, как бы включая его в свое "тело" и тем самым резко увеличивая собственные ресурсы.

Непревзойденным мастером таких решений был О.фон Бисмарк [15]. Особенно ярко искусство Бисмарка использовать своих партнеров и даже противников как "ресурс" проявилось в кризисный период 1866—1870 гг., во время войны Пруссии с Австро-Венгрией и Францией. Бисмарк затратил огромные усилия в споре с военным руководством Пруссии, стремясь не допустить унижения Австро-Венгрии после разгрома ее армии при Садовой. Он добился исключительно мягких условий мира для побежденной империи, содержащих лишь одну существенную уступку в пользу Пруссии — выход Австро-Венгрии из Германского союза, обеспечивавший Пруссии главенство в нем. Тем самым не только было подготовлено поглощение мелких германских государств, но и заложена основа для нейтралитета Австро-Венгрии в будущей войне Пруссии с Францией. Быстрое и почетное окончание войны позволяло не только избежать ее затягивания, чреватого вмешательством Франции на стороне Австро-Венгрии, но и создать предпосылки будущего союза немецкоязычных империй.

В том же стиле Бисмарк действовал и во время франко-прусской войны, когда главной его заботой было удержать Россию, Англию и Италию от вмешательства на стороне Франции. Политическая стратегия Бисмарка определялась осознанием реального статуса Пруссии — молодого срединного государства Европы, лишенного на континенте естественных союзников "через соседа" и в то же время неспособного в одиночку выдержать войну на два фронта. Учитывая, что в случае военного единоборства потенциал Пруссии, как и других великих держав данной эпохи, характеризовался бы перевесом мобилизационных возможностей над вероятными потерями, возникала парадоксальная ситуация: Пруссия могла стремиться к удовлетворению далеко идущих запросов, к вырастанию в империю — но только при соблюдении определенных сценариев. Иными словами, в когнитивном аппарате

Бисмарка действовала петля сценарии—возможности—цели, но отсутствовала имитирующая петля возможности—цели—ценности.

Манипулируя чужими механизмами принятия решений, используя для этого дезинформацию, провокации и т.д., Бисмарк доставил Германской империи исключительно почетный статус постоянного блюстителя равновесия в Европе 70-80-х годов XIX в. Эта роль не была обеспечена реальными ресурсами, и уход из политики канцлера, непрерывно и виртуозно стравливавшего своих противников, привел к краху всех его достижений. Новое политическое руководство Германии предпочло опереться на сценарии, требовавшие консолидации материальных средств в масштабах военных блоков, и выдвинуть агрессивные цели, отвечавшие этим сценариям. Результатом оказался крах Германии в войне 1914—1918 гг.

Предполагаемая модель позволяет по-новому подойти к анализу функционирования социальных систем, вырабатывающих решения. Склонность людей персонифицировать любые субъекты социального действия, приписывать учреждениям, государствам, международным сообществам "ценности", "цели", "задачи", "модели мира", "способы поведения"., более того, планировать и прогнозировать их деятельность в подобных же терминах может основываться на стремлении постулировать для любого решения, принадлежащего к сфере человеческой культуры, схему вывода, аналогичную рассмотренной. Если это так, то пришлось бы говорить об антропологической значимости реконструированной схемы, как бы воплощающей общечеловеческие нормативные представления о том, что такое решение.

Решения, исходящие от социальных систем, рассматриваются как приемлемые для людей, в частности берущих на себя за эти решения ответственность, в том случае, если эти решения могут быть осмыслены в использованных выше языковых и когнитивных категориях. Поэтому, когда некие лица принимают решение от имени системы, они облекают это решение в форму вывода, основываясь на приписанных системе "ценностях", "модели мира", "поведенческих гештальтах" и "средствах". Иными словами, они имитируют "размышление системы", но точно так же можно говорить о том, что, подготавливая решения, социальная система имитирует — и в целом, и на разных уровнях — работу очерченной когнитивной модели. Это частично подтверждают и приведенные выше

в качестве иллюстраций примеры из истории международной политики.

В этой связи встает вопрос о соотношении когнитивной иерархии с иерархией административной. Рассмотрим следующий пример. На верхней ступени иерархической лестницы вырабатывается некое обобщенное "стратегическое" решение, которое затем начинает передвигаться вниз по инстанциям, где разрабатываются способы реализации этого решения применительно к частным сферам и контекстам. В когнитивном ключе этот процесс допускает двоякую интерпретацию: можно думать, что на некотором уровне определяется иерархия интересов, на следующем — уточняются цели (интересы, подлежащие реализации в ближайшее время), еще ниже — задачи (цели снабжаются сценариями), причем на разных подуровнях иерархии конкретизируются промежуточные подцели все более низкого ранга. Такая интерпретация подразумевает, что реализация когнитивной модели обеспечивается системой в целом, причем отдельные административные звенья отвечают за работу специализированных когнитивных подблоков.

Но возможна и кардинально иная интерпретация, когда предполагается, что работа любого уровня имитирует полный и самостоятельный когнитивный цикл — от получения информации из внешнего мира до постановки задачи. Тогда итог работы каждой инстанции будет рассматриваться как задача, снабженная некоторым (пусть минимальным) сценарием. Эта задача поступает на нижний уровень в качестве компонента "модели мира" — как информация из внешнего мира, создающая во взаимодействии с "системой ценностей" нижнего уровня проблемную ситуацию, которая определяет для нижней инстанции набор ее актуальных интересов. Нетрудно видеть, как сильно первая трактовка, когда система в целом выступает субстратом когнитивной модели, отличается от второй, где каждая инстанция выглядит самодовлеющим устройством, для которого сигналы "сверху" составляют неотъемлемую, а иногда и доминирующую часть "модели мира".

Тенденции к осмыслению работы социальных систем в виде схем принятия решений, аналогичных или близких к приведенной, позволяют поставить вопрос о возможности преломления в данной схеме некоторых универсалий,относящихся к функционированию человеческого общества. Однако анализ этого вопроса выходил бы за рамки настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аристотель*. Поэтика // Сочинения: В 4-х т. М.: Мысль, 1983. Т. 4. С. 645—680.
2. *Weber M.* Wirtschaft und Gesellschaft. 5 Aufl. Tüingen: Mohr, 1976. Bd. 23, Hbd. 1.385 S.
3. *Parsons T.* The structure of Sozial action. Glencoe: Free Press, 1949. 817 p.
4. *Линдсей Л., Норман Д.* Переработка информации у человека. М.: Мир, 1974. 550 с.
5. *Singer J.D.* The correlates of war. N.Y.; L.: Free Press, 1979. Vol. 1: Research origin and rationale. 405 p.
6. *Квейд Э.* Анализ сложных систем. Методология анализа при подготовке военных решеиий. М.: Сов. радио, 1969. 519 с.
7. *Пушкин В.Н.* Психология и кибернетика. М.: Педагогика, 1971. 288 с.
8. *Баранов А.Н., Сергеев В.М.* Проблемы моделирования естественно-языковой аргументации // Лингвистическое обеспечеиие информационных систем: Сб. науч.-аналит. обз. М.: ИНИОН, 1987. С. 143—168.
9. *Аристотель*. Риторика // Античные риторики. М.: Изд-во МГУ, 1978. С. 15—164.
10. *Лакофф Дж., Джонсон М.* Метафоры, которыми мы живем // Язык и моделирование социальиого взаимодействия. М.: Прогресс, 1987. С. 123—170.
11. *Осовская М.* Рыцарь и буржуа: Исследоваиия по истории морали. М.: Прогресс, 1987. 528 с.
12. *Дельбрюк Т.* История военного искусства в рамках политической истории. М.: Воениздат, 1938. Т. 4. 420 с.
13. *Осгуд Р.* Ограниченная война. М.: Воениздат, 1960. 384 с.
14. *Олкер Х.* Волшебные сказки, трагедии и способы изложения мировой истории // Язык и моделирование социального взаимодействия. М.: Прогресс, 1987. С. 282—313.
15. *Луков В.Б., Сергеев В.М.* Опыт моделирования мышления политических деятелей. Отто фон Бисмарк. 1866—1876 // Вопросы кибернетики. Логика рассуждений и ее моделирование. М.: Научиый совет по комплексной проблеме "Кибернетика", 1983. С. 146—161.

ОБ АВТОРАХ

Макаров Игорь Михайлович, академик, главный ученый секретарь АН СССР.

Величковский Борис Митрофанович, доктор психологических наук, заведующий кафедрой психологии и инженерии знаний, факультет психологии МГУ.

Беркинблит Михаил Борисович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института проблем передачи информации АН СССР.

Чернавский Алексей Викторович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института проблем передачи информации АН СССР.

Измайлов Чингиз Абельфазович, доктор психологических наук, профессор факультета психологии МГУ.

Соколов Евгений Николаевич, академик АПН СССР, заведующий кафедрой психофизиологии факультета психологии МГУ.

Переверзев-Орлов Вячеслав Сергеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института проблем передачи информации АН СССР.

Зеличенко Александр Исаакович, кандидат физико-математических наук, ассистент факультета психологии МГУ.

Шмелев Александр Георгиевич, кандидат психологических наук, доцент факультета психологии МГУ.

Сергеев Виктор Михайлович, кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией Института США и Канады АН СССР.

Цымбурский Вадим Леонидович, кандидат филологических наук, младший научный сотрудник Института США и Канады АН СССР.

СОДЕРЖАНИЕ

Компьютеры и познание: очерки по когитологии. — М.: Наука,
К 63 1990. — 126 с. — (Серия "Кибернетика — неограниченные возможности и возможные ограничения").
ISBN 5-02-006727-X

Сборник знакомит читателя с перспективами когнитивной науки, возникшей и стремительно развивающейся на стыке информатики, психологии, философии, лингвистики и физиологии. В центре ее внимания — многообразие форм представления знаний, взаимодействие человека и компьютера, организация познавательных процессов и архитектура вычислительных устройств.

Рассчитанный на самую широкую аудиторию, сборник впервые раскрывает междисциплинарные аспекты проблемы "человеческого фактора" в интеллектуальных системах.

К $\frac{1402000000-253}{054(02)-90}$ 47-90 НП

ББК 32.81

СОДЕРЖАНИЕ

Компьютеры и познание: очерки по когитологии. — М.: Наука,
К 63 1990. — 126 с. — (Серия "Кибернетика — неограниченные возможности и возможные ограничения").
ISBN 5-02-006727-X

Сборник знакомит читателя с перспективами когнитивной науки, возникшей и стремительно развивающейся на стыке информатики, психологии, философии, лингвистики и физиологии. В центре ее внимания — многообразие форм представления знаний, взаимодействие человека и компьютера, организация познавательных процессов и архитектура вычислительных устройств.

Рассчитанный на самую широкую аудиторию, сборник впервые раскрывает междисциплинарные аспекты проблемы "человеческого фактора" в интеллектуальных системах.

К $\frac{1402000000-253}{054(02)-90}$ 47-90 НП

ББК 32.81

Научное издание

КОМПЬЮТЕРЫ И ПОЗНАНИЕ:

Очерки по когитологии

Утверждено к печати
редколлегией серии

"Кибернетика – неограниченные возможности
и возможные ограничения"

Заведующий редакцией *Н.Н. Прокофьева*
Редактор издательства *Л.Е. Кононенко*
Художник *В.А. Смирнов*
Художественный редактор *В.Ю. Яковлев*
Технический редактор *Е.Ф. Альберт*

ИБ № 47133

Подписано к печати 11.07.90. Т-00460
Формат 84 X 108 1/32
Бумага книжно-журнальная офсетная
Печать офсетная
Усл. печ. л. 6,72. Усл. кр. отт 6,93. Уч.-изд. л. 7,4
Тираж 10000 экз. Тип. зак. 354
Цена 1 руб.
Ордена Трудового Красного Знамени
издательство "Наука"
117864 ГСР-7, Москва В-485
Профсоюзная ул., 90.

4-я тип. издательства "Наука" 630077, Новосибирск, 77,
ул. Станиславского, 25

Оригинал-макет подготовлен
на кафедре в МГУ

1 руб.